

# **Nicholas Georgescu-Roegenin vaikutus ekologisen taloustieteen kehitykseen**

Aleksanteri Mauranen  
Maisterintutkielma  
Ympäristömuutos ja -politiikka  
Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta  
Helsingin yliopisto  
Marraskuu 2018



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution – Department Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma
Tekijä/Författare – Author Aleksanteri Mauranen		
Työn nimi / Arbetets titel – Title Nicholas Georgescu-Roegenin vaikutus ekologisen taloustieteen kehitykseen		
Oppiaine /Läroämne – Subject Ympäristömuutos ja -politiikka		
Työn laji/Arbetets art – Level Maisterintutkielma	Aika/Datum – Month and year marraskuu 2018	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 99 + 3
Tiivistelmä/Referat – Abstract <p>Tässä maisterintutkielmassa tutkin romanialaisen taloustieteilijän Nicholas Georgescu-Roegenin (1904–1994) vaikutusta ekologisen taloustieteen koulukunnan muodostumiseen. Laadullisen sisällönanalyysin keinoin tutkin Georgescu-Roegenin avainajatuksia kahdeksan tekstin (artikkeleita, luentoja ja postuumisti julkaistu käsikirjoitus vuosilta 1970–1989) valossa ja vertaan niitä ekologisen taloustieteen ominaispiirteisiin. Teen myös katsauksen Georgescu-Roegenia käsittelevään kirjallisuuteen ekologisen taloustieteen kentällä. Näin saan kaksi näkökulmaa hänen intellektuaaliseen vaikutukseensa. Kirjallisuuskatsauksen perusteella arvioin myös Georgescu-Roegenin sosiaalista vaikutusta ekologisen taloustieteen syntyvaiheilla. Kaiken kaikkiaan selvitan Georgescu-Roegenin avainajatuksia ekologisen taloustieteen kannalta ja hänen roolejaan koulukunnan varhaisessa kehityksessä.</p> <p>Georgescu-Roegenin keskeiset ajatukset jäsentyvät työssäni 24 teeman alle, jotka vuorostaan muodostavat viisi kattoteemaa. Ensimmäinen kattoteema, <i>entropia ja luonnontieteet</i>, kuvaa Georgescu-Roegenin ajattelun läpäisevää biofysistä maailmankuvaa, jota ilman hänen johtopäätöksiään ei voi syvällisesti ymmärtää. Toinen kattoteema, <i>ihmiskunnan historia ja tulevaisuus</i>, kattaa hänen käsityksensä ihmisestä ja ihmiskunnasta sekä erityisesti siitä auttamattoman kestäättömästä tilanteesta, johon entropian laki hänen mukaansa ihmiskunnan sitoo. Kolmas kattoteema, <i>varsinainen taloustiede</i>, käsittelee Georgescu-Roegenin käsityksiä taloustieteen filosofisesta perustasta, sen teoreettisista ja käsitteellisistä ongelmista sekä eräitä teknisempiä ja matemaattisempia erityiskysymyksiä. Neljäs ja viides kattoteema muodostuvat pääasiassa jo aiemmissa kattoteemoissa esiin tuoduista ajatuksista uudelleen järjesteltyinä: <i>kritiikki</i> kokoa Georgescu-Roegenin kritiikkiä erityisesti muita tutkimussuuntauksia kohtaan sen kohteen mukaan järjestettynä, ja <i>ratkaisut</i> puolestaan esittelee hänen ratkaisuehdotuksiaan niin taloustieteen kuin koko ihmiskunnankin tasolla.</p> <p>Ekologisen taloustieteen kannalta Georgescu-Roegenin keskeisimmät ajatukset koskevat erityisesti ensimmäistä ja kolmatta kattoteemaa. Aineen, energian ja entropian lain suuri merkitys taloudellisessa prosessissa sekä Georgescu-Roegenin uudelta taloustieteeltä edellyttämät eettinen normatiivisuus ja poikkitieteellisyys ovat ekologisen taloustieteen peruspilareita. Ekologinen taloustiede vastaa monilta osin niihin kritiikkeihin, joita Georgescu-Roegen oman aikansa taloustieteen suuntauksiin kohdisti. Hänen sosiaalis-intellektuaalinen merkityksensä voidaan tiivistää viiteen rooliin: <i>varhainen tiennäyttävä ja kritikko</i>; <i>varhainen kokoaja ja teoreetikko</i>; <i>vaikuttava, mutta hankala mentori</i>; <i>kuuseen kurkottava erakko</i> ja <i>kiistelty klassikko</i>.</p> <p>Mahdollisia jatkokysymyksiä samalta suunnalta voisivat olla esimerkiksi Georgescu-Roegenin pääteoksen, <i>The Entropy Law and the Economic Processin</i> (1971), klassikkoaseman tarkastelu tai samantyyppinen vaikutusanalyysi muista ekologisen taloustieteen varhaisista uranuurtajista. Myös ekologisen taloustieteen käytännön tutkimustodellisuuden suhde sen ääneenlausuttuihin periaatteisiin ansaitsisi lähempää tarkastelua. Entropian lakia olisi kiinnostavaa tutkia taloustieteen näkökulmasta joko analysoimalla aiheesta käytyä runsasta keskustelua tai pureutumalla entropian käsitteen antroposentrisyyden ja objektiivisuuden väliseen jännitteeseen.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords ekologinen taloustiede, oppihistoria, Nicholas Georgescu-Roegen, heterodoksinen taloustiede, laadullinen sisällönanalyysi		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopiston bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta sekä opinnäytetöiden tietokanta <a href="http://ethesis.helsinki.fi/">http://ethesis.helsinki.fi/</a>		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Faculty of Biological and Environmental Sciences		Laitos/Institution – Department Ecosystems and Environment Research Programme
Tekijä/Författare – Author Aleksanteri Mauranen		
Työn nimi / Arbetets titel – Title Nicholas Georgescu-Roegen's Influence on the Development of Ecological Economics		
Oppiaine /Läroämne – Subject Environmental Change and Policy		
Työn laji/Arbetets art – Level Master's thesis	Aika/Datum – Month and year November 2018	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 99 + 3
<p>Tiivistelmä/Referat – Abstract</p> <p>In this master's thesis I study the influence of Romanian economist Nicholas Georgescu-Roegen (1904–1994) on the formation of the school of thought known as ecological economics. By means of qualitative content analysis I study Georgescu-Roegen's key thoughts in the light of eight texts (articles, lectures and a posthumously published manuscript from 1970–1989) and compare them to the characteristics of ecological economics. I also make a review of the literature concerning Georgescu-Roegen in the field of ecological economics. Thus I obtain two perspectives on his intellectual effect. Based on the literature review I also estimate Georgescu-Roegen's social effect on the formation of ecological economics. On the whole I explore Georgescu-Roegen's key thoughts from the point of view of ecological economics and his roles in the early development of the school.</p> <p>In my work Georgescu-Roegen's central thoughts are divided into 24 themes, which in turn form five higher themes. The first of these, <i>entropy and the natural sciences</i>, depicts the biophysical worldview penetrating Georgescu-Roegen's thinking, without which his conclusions cannot be profoundly understood. The second higher theme, <i>the history and future of humankind</i>, covers his perceptions of humans and humanity, and in particular the hopelessly unsustainable situation to which the entropy law binds humankind in his view. The third higher theme, <i>economics proper</i>, explores Georgescu-Roegen's views of the philosophical basis of economics, some of its theoretical and conceptional problems and certain more specific technical and mathematical issues. The fourth and fifth higher themes are mainly formed of thoughts already expressed in the previous higher themes, now rearranged: <i>criticism</i> gathers Georgescu-Roegen's criticism towards other research orientations, sorted by its object, while <i>solutions</i> presents his proposals for solutions for both economics and humanity as a whole.</p> <p>From the point of view of ecological economics Georgescu-Roegen's most central thoughts concern the first and third higher themes in particular. The great significance of matter, energy and the entropy law for the economic process as well as the ethical normativity and interdisciplinarity that Georgescu-Roegen required from the new economics are cornerstones of ecological economics. In many ways ecological economics responds to the criticism Georgescu-Roegen addressed to the economic orientations of his time. His socio-intellectual role can be summarized in five elements: <i>an early trailblazer and critic; an early assembler and theorist; an impressing, but difficult mentor; an overreaching hermit and a controversial classic.</i></p> <p>Potential follow-up research themes along similar lines could be the assessment of Georgescu-Roegen's <i>magnum opus</i>, <i>The Entropy Law and the Economic Process</i> (1971) as a classic or a similar influence analysis of other early pioneers of ecological economics. The relation of the practical research work within ecological economics to its outspoken principles would also merit closer attention. It would also be interesting to further explore the role of the entropy law in economics either by analysing the ample debate over it or by delving deeper into the tension between the anthropocentric and objective natures of the concept of entropy.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords ecological economics, intellectual history, Nicholas Georgescu-Roegen, heterodox economics, qualitative content analysis		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Faculty of Biological and Environmental Sciences (University of Helsinki), thesis database <a href="http://ethesis.helsinki.fi/">http://ethesis.helsinki.fi/</a>		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		



# Aluksi

Varhaisimpiin muistiinpanoihini, joissa pohdin tämän, silloin vielä täysin hahmottumattoman tutkimuksen aihetta, olin kirjannut seuraavanlaiset tavoitteet:

*"Suuri pointti on tietenkin:*

*- jotain millä on jotain virkaa maailman pelastamisessa*

*- jotain mikä kehittää ihmisenä*

*(- jotain minkä voi kumminkin tehdä)"*

Ensimmäisestä kohdasta en kaikessa sen epämääräisyydessä ole ollenkaan vakuuttunut, mutta aika näyttää, missä määrin se kuvaa tätä tutkimusprosessia. Toisen voin näin jälkikäteen todeta pitäneen kutinsa ainakin jotenkuten. Lopulta kolmaskin kohta toteutui. Tuo lyhyt ja huolimattomasti kirjoitettu lista ei oikeastaan ole hullumpi, ja voisin soveltaa sitä moniin tuleviinkin valintoihini. Toivon kuitenkin, ettei se jää koko tämän projektin suurimmaksi anniksi.

Kokemuksena tämä loikkaus kahden uuden tutkimusalan pariin on ollut paitsi turhan pitkä ja varsin kuormittava, myös intellektuaalisesti virkistävä. Pitkälti yksin uudella kentällä puurtaminen on ollut kasvattavaa, ja ymmärrän entistä paremmin sen lähestymistavan hyviä ja huonoja puolia. Opin myös yhtä ja toista itsestäni ajattelijana, kirjoittajana ja työskentelijänä, mikä ei koskaan mene hukkaan. Olen helpottunut siitä, että sain työn kunnialla päätökseen, mutta samalla hieman ihmettelen, miten yltyvän ympäristökriisin keskellä päädyin käyttämään loputtomalta tuntuvan ajan vanhojen papereiden välisten keskinäisten suhteiden pohtimiseen.

Kiitän tuesta Helsingin yliopiston alumniyhdistyksen Ympäristön ystävät -rahastoa sekä Työväen opintorahastoa, joilta sain tarpeeseen tulleet apurahat, enkä minkäänlaista painostusta tutkimuksen suuntaan tai sisältöön nähden. Kiitän myös äitiäni tuesta ja neuvoista. Moni ihminen auttoi minua eteenpäin ajatteluni kanssa matkan varrella: kiitos tästä erityisesti Ilmo Massalle, Tero Toivaselle ja Marko Ulvilalle. Erityiset kiitokset haluan osoittaa Otto Bruunille aineistosta ja Liisa Haapaselle metodologisesta inspiraatiosta. Lopuksi vielä kiitos kaikille niille, joille jouduin selittämään, mistä teen gradua – sillä on erikoinen taipumus kirkastaa omaa ajattelua.

Helsingissä 1.11.2018

Aleksanteri Mauranen

# Sisällysluettelo

Aluksi.....	5
1 Johdanto.....	8
1.1 Tutkimuksen lähtökohdat.....	9
1.2 Tutkimuskysymykset.....	12
2 Aineistot ja menetelmät.....	12
2.1 Laadullinen sisällönanalyysi.....	12
2.2 Aineistot.....	16
3 Ekologisen taloustieteen ominaispiirteet ja historia.....	18
3.1 Ekologisen taloustieteen ominaispiirteet.....	18
3.2 Ekologisen taloustieteen historiaa.....	23
4 Nicholas Georgescu-Roegenin elämä ja vaikutteet.....	28
5 Georgescu-Roegenin avainajatuksat.....	33
5.1 Entropia ja luonnontieteet.....	33
Teema 1: Entropia ja elämä.....	37
Teema 2: Termodynamiikan "neljäs pääsääntö".....	38
5.2 Ihmiskunnan historia ja kohtalo.....	39
Teema 3: Ihmisen asema luonnossa.....	39
Teema 4: Eksosomaattinen kehitys ja yhteiskunnallinen konflikti.....	40
Teema 5: Energia ja energiatekniikka.....	41
Teema 6: Prometheus-tekniikat.....	43
Teema 7: Ihmiskunnan tulevaisuus.....	44
5.3 Varsinainen taloustiede.....	45
Teema 8: Taloustieteen epistemologinen ja tieteenfilosofinen pohja.....	45
Teema 9: Taloustieteen rajat.....	48
Teema 10: Taloustieteen suhde etiikkaan.....	49
Teema 11: Taloudellisen arvottamisen teoriat.....	50
Teema 12: Taloudellisen prosessin materiaallinen luonne.....	53
Teema 13: Talouskasvu ja taloudellinen kehitys.....	55
Teema 14: Tuotantofunktio ja tuotantoprosessi.....	57
5.4 Kritiikki.....	59
Teema 15: Uusklassisen taloustieteen kritiikki.....	59
Teema 16: Marxisin kritiikki.....	61
Teema 17: Energetiikan ja vakaan tilan kritiikki.....	61
Teema 18: Länsimaisen ihmisen ja eräiden liikkeiden kritiikki.....	62
5.5 Ratkaisut.....	63
Teema 19: Uudelleenorientoituminen.....	63
Teema 20: Kasvu ja kasvuttomuus.....	64
Teema 21: Pohjoinen ja Etelä.....	65
Teema 22: Teknologiset ratkaisut.....	65
Teema 23: Uusi taloustiede.....	66
Teema 24: Bioekonominen vähimmäisohjelma.....	67
6 Georgescu-Roegenin vaikutus ekologiseen taloustieteeseen.....	68
6.1 Intellektuaalinen vaikutus oman vertailuni valossa.....	68
6.2 Intellektuaalinen vaikutus muun kirjallisuuden valossa.....	72
6.3 Sosiaalinen vaikutus.....	73
7 Pohdintaa.....	75
7.1 Georgescu-Roegenin rooleista.....	75
7.2 Virhelähteitä.....	81

8 Johtopäätöksiä.....	84
8.1 Georgescu-Roegenin avainajatukset ekologisen taloustieteen näkökulmasta.....	84
8.2 Georgescu-Roegenin roolit ekologisen taloustieteen kehityksessä.....	85
9 Lopuksi.....	88
10 Lähteet.....	91
11 Liitteet.....	100
Liite 1: Sanasto.....	100

# 1 Johdanto

Planeettamme elämää ja ihmiskuntaa koettelevat vaikeudet – ilmaston lämpeneminen, sukupuuttoaalto, biogeokemiallisten kiertokulkujen häiriöt (Rockström ym. 2009, Ripple ym. 2017), globaali epätasa-arvo, eriarvoistuminen (Keeley 2015, s. 10–12) ja puhtaan makean veden hupeneminen (GWSP 2013) näin muutaman mainitakseni – ovat monisyinen ja monipuolinen vyyhti. Sikäli kun otamme ihmisinä ja yhteisinä tehtäväksemme yrittää ratkaista tätä monin tavoin kurjaa tilannetta, jota voi hyvällä syyllä luonnehtia kokonaisvaltaiseksi kriisiksi<sup>1</sup>, on lähestymistapammekin nähdäkseni syytä olla kokonaisvaltainen. En usko, että tulemme pääsemään ylevien humanististen ja universalististen päämäärien, kuten ekologisen kestävyys, sosiaalisen oikeudenmukaisuuden ja rauhan äärelle etsimällä ratkaisuja vain yhdeltä yhteiskunnan tai kulttuurin sektorilta<sup>2</sup>.

Sektoreiden välisten rajapyykkien ylittämiseksi on siis tuotava yhteen havaintoja, malleja ja ajattelutapoja monenlaisilta tutkimuksen, ymmärryksen ja kokemuksen aloilta. Karkeasti ottaen elämämme reunaehdot määräytyvät luonnontieteen tutkimuskohteiden mukaan, kun taas tapojamme tulla toimeen toistemme kanssa tutkivat humanistiset ja yhteiskuntatieteet. Näiden kahden valtakunnan rajapinnalla operoi yhteiskuntatieteellinen ympäristötutkimus, johon myös osa taloustieteestä selvästi kuuluu.

Talouden tutkiminen irrallaan sen ekologisesta ja materiaalisesta perustasta on kuin talon rakentamista pelkän pohjapiirustuksen avulla, ilman tonttia, työkaluja ja rakennustarpeita. En tietenkään tarkoita, ettei mitään talouden piiriin katsottavia ilmiötä voisi tarkastella ottamatta luonnonvaroja mukaan yhtälöön, mutta ajatus taloustieteestä puhtaasti ihmistieteellisenä tutkimusalana on nähdäkseni haitallinen. Jo yksinkertaiset toteamukset, että jotakuinkin kaikki taloudellinen toiminta perustuu materiaaliseen tuotantoon joko suoraan tai epäsuorasti, ja että kaikki materiaallinen tuotanto kytkeytyy aineen ja energian kiertoihin ympäristössämme, osoittavat mielestäni riittävässä määrin taloustieteelle oikean paikan luonnontieteiden ja yhteiskuntatieteiden välimaastossa.

Talouden "tapahtuminen" sekä ihmisyhteisöjen sosiaalisessa ja kulttuurisessa vuorovaikutuksessa että todellisissa, materiaalisissa metsissä, merissä, kaivoksissa ja kaupungeissa viittaa jo teoreettisena konstruktiona siihen suuntaan, että edellä kuvatut kriisit kytkeytyvät erottamattomalla tavalla talouden ilmiöihin ja rakenteisiin. En tietenkään tarkoita tällä sitä, että taloustiede olisi yksi ja ainoa tutkimusala, jolta ratkaisua sopii etsiä, vaan pikemminkin sitä, että aivan kuten talouden tutkimisesta ei sovi jättää materiaalista ympäristöä syrjään, ei kokonaisvaltaisia globaaleja ongelmia ratkaistaessa sovi unohtaa taloutta. Samalla tavoin taloudellisen tarkastelun on syytä kurottaa myös muiden tutkimusalojen suuntaan.

1 Aikamme kehityskulkuja on luonnehdittu ainakin ympäristökriisiksi (Solón 2017, s. 7), planeetan hätätilaksi (Toivanen & Peltari 2017), kehityskriisiksi (ks. esim. Willamo 2005, s. 82, 2013, s. 254–255), rakennekriisiksi (Joutsenvirta ym. 2016, s. 62) ja järjestelmäkriisiksi (Solón 2017, s. 7), joka voi myös "osakriiseistä". On tärkeää huomata, että tässä yhteydessä puhutaan esimerkiksi vuonna 2008 alkanutta maailmantalouden kriisiä (Joutsenvirta ym. 2016, s. 11) pitkäaikaisemmista historiallisista kehityskuluista.

2 Käytän tässä tutkielmassa varsin vapaasti hyvin ongelmallisia ja monisyisiä käsitteitä, pysähtymättä problematisoimaan niistä jokaista. Esimerkiksi "kehityskriisi", "sosiaalinen oikeudenmukaisuus" ja "luonnonvarat" varmasti ansaitisivat ruotimista, mutta keskitän käsitteellisen pohdinnan tutkimuksen kannalta keskeisiin termeihin.



Yhtäältä poikkitieteellisyttä ja toisaalta nimenomaan ympäristön ja materiaalien reunaehtojen roolia taloustieteessä on viime vuosikymmeninä korostanut ekologisen taloustieteen (engl. *ecological economics*) moniääninen koulukunta. Toki taloustieteessä on huomioitu luonnonvaroja ja niiden niukkuutta jo vuosisatoja – esimerkiksi ekologisen taloustieteen tutkija Cutler J. Cleveland (1987) vetää historiallisen jatkumon 1700-luvulla vaikuttaneisiin fysiokraatteihin asti – mutta taloustieteen valtavirrassa, uusklassisessa taloustieteessä (ks. esim. Joutsenvirta ym. 2016, s. 11; Weintraub 1993), tämä huomioiminen on jäänyt erityisalojen tehtäväksi. Esimerkiksi ekologisen taloustieteen tutkija Clive L. Spash (1999) ja tämän tutkimuksen päähenkilö, romanialainen taloustieteilijä Nicholas Georgescu-Roegen (1970, luku 5) katsovat tämän olevan osaltaan halpojen fossiilisten polttoaineiden ja niiden hyödyntämisestä seuranneen teollisen vallankumouksen mahdollistamaa harhautumista. Siksi nämä materiaalliset reunaehdot on pitänyt "löytää uudestaan" 1900-luvun jälkipuoliskolla. Ekologinen taloustiede, johon tämä tutkielma keskittyy, on lopulta vain yksi kehys ja (moninainen) tutkimusperinne, joka tästä uudelleen löytämisestä on kummunnut.

## 1.1 Tutkimuksen lähtökohdat

### *Tutkimuksen rajaus*

Ekologisen taloustieteen piirissä on monia kiinnostavia ilmiöitä, kehyksiä ja tutkimusperinteitä, joihin olisin voinut lähteä tutkimuksessani syventymään. Koska taustani on luonnontieteissä ja erityisesti teoreettisessa fysiikassa, katsoin, että fysiikkaan kurottava näkökulma voisi olla sellainen, josta minulla voisi olla jotakin annettavaa. Tämä ajatus ja useat keskustelut johdattivat minut biofyysisen taloustieteen äärelle, josta oli vähällä tulla tutkimuskohteeni.

Biofyysisen taloustieteen kirjallisuuden saatavuus pääkaupunkiseudulla on heikkoa, mutta satuin saamaan käsiini ekologisen taloustieteen tutkija Mauro Bonaiutin (toim. 2011) toimittaman kokoelman Nicholas Georgescu-Roegenin artikkeleita, esseitä ja luentoja. Georgescu-Roegen, jonka nimeen olin aiemmin törmännyt degrowth-kirjallisuudessa (mm. Cheynet 2014; Latouche 2010 [2007], s. 20–21; Ulvila & Pasanen 2010, s. 139), ja joka selvästi yhdisti kokonaisvaltaista ja ympäristötietoista taloustiedettä teoreettiseen fysiikkaan, alkoi näyttää yhä luontevammalta kohteelta tutkimukselleni, ja päädyin kääntämään fokuksen biofyysisestä taloustieteestä hänen työhönsä.

Georgescu-Roegenin tuotanto osoittautui nopeasti hyvin laaja-alaiseksi, kokonaisvaltaiseksi ja kiinnostavaksi. En halunnut kirjoittaa vain entropiasta ja energiasta, joten päädyin yleisluontoiseen kuvaukseen hänen vaikutuksestaan alan myöhempään tutkimukseen. Ensin ajattelin kirjoittaa hänen vaikutuksestaan biofyysisen taloustieteen, mutta totesin pian ekologisen taloustieteen olevan kiinnostavampi viitekehys samalla suunnalla. Prosessin kulusta johtuen historiallisessa tarkastelussani on biofyysinen painotus.

Tutkimuksen suuntaaminen oppihistorian alalle oli askel pois mukavuusalueelta, mutta näytti olevan jotenkin hallittavissa. Oppihistorian menetelmäosaamiseni ollen vaatimattomalla tasolla, en aluksi tiennyt, miten lähestyä aihetta. Inspiroiduin kuitenkin

talouskasvukritiikkiä tutkineen Liisa Haapasen (2013) pro gradu -tutkielman abduktiivisesta otteesta ja luotin omaan kykyyni hallita kirjallisia kokonaisuuksia parhaaksi katsomillani tavoilla. Näin ollen päädyin laadullisen tutkimuksen äärelle ja hyvin itsenäiselle tutkimuspolulle.

Aineiston rajauksessa lähdin liikkeelle siitä, mitä minulla oli ulottuvillani, ja yritin välttää sen laajentamista mahdollittoman kokoiseksi lumipallon vyöryessä eteenpäin.

### *Epistemologiset ja tieteenfilosofiset lähtökohdat*

Yleisesti ottaen pidän tutkimuksen tehtävänä uuden ymmärryksen tuottamista maailmasta. Puhun mieluummin ymmärryksestä tässä yhteydessä, sillä ajatus "tiedon" tuottamisesta ei usein sovellu kovinkaan hyvin laadullisen tutkimuksen luonteeseen. En usko, että tämäntyyppinen tutkimus tuottaa "tietoa" sen klassisessa merkityksessä (ks. Niiniluoto 1984, s. 138): sen päämäärä ei ole hyvin perusteltu tosi uskomus. Tämä tutkimus pyrkii tarkastelemaan kohdettaan uudessa valossa, omasta ainutkertaisesta näkökulmastaan. En siis ole sellaisen "totuuden" perässä, joka voitaisiin liittää maailmaa koskevien tosiseikkojen kuvitteelliseen katalogiin.

Tutkimukseni päämääränä on hedelmällinen tulkinta tai hahmotus tutkimuskohteesta. Koska valittu tutkimusote ei välttämättä tuota sellaista, voidaan myös pessimistisemmin todeta, että päämäärä on oikeastaan selvittää, löytyisikö tätä uutta tulkintaa tai hahmotusta näillä menetelmillä, ja jos johtopäätös on, että ei, voi tutkimus silti olla tarkoituksessaan onnistunut. Mikä sitten tekee (mahdollisesti) löydettävästä tulkinnasta tai hahmotuksesta "hedelmällisen", sitä on hyvin vaikea arvioida lyhyellä aikavälillä. Katsoisin, että tulkinta on hyvä, jos se tuntuu tutkimuskohdetta tuntevien mielestä uskottavalta ja käyttökelpoiselta. Näin ollen tieteenfilosofinen lähtökohtani on jossakin määrin instrumentalistinen, ja filosofi Jürgen Habermasin tiedonintressien jäsennyksessä lähimpänä hermeneuttista, ts. se tähtää ymmärrykseen pikemmin kuin ennustamiseen tai emansipaatioon (ks. Niiniluoto 1984, s. 71–72).

Aate- ja oppihistorioitsija Juha Mannisen artikkelissa *Mihin aate- ja oppihistoriaa tarvitaan?* (Manninen 1998) kuvataan osaltaan aate- ja oppihistorian sekä tieteenhistorian luonnetta. Manninen katsoo, ettei tieteenhistorioitsijalta ole syytä odottaa sekä historian tutkimuksen että tarkastelevan tieteenalan pätevyyttä: vain historian tutkimuksen, ja sen erityisalan tieteenhistorian, koulutus riittää. Tällaista koulutusta minulla ei ole, enkä halua salata sitä lukijalta tarkoituksella sen enempää kuin vahingossakaan. Koulutustaustani on yhtäältä luonnontieteellinen (teoreettinen fysiikka), toisaalta ympäristötieteellinen (monitieteinen ympäristötutkimus).

### *Oma positioni suhteessa tutkimuskohteeseen*

Georgescu-Roegen oli nimenä minulle ennestään tuttu degrowth-liikkeen kirjallisuudesta ja keskusteluista. En ollut perehtynyt häneen sen tarkemmin, mutta tiesin, että häntä pidettiin yhtenä lukuisista degrowth-ajattelun pioneereista, ja että hän oli taloustieteilijä, joka korosti entropian merkitystä. Suhtauduin häneen positiivisella kiinnostuksella ja alkuun ehkä turhankin kriittittävästi. Kun aloin lukea hänestä enemmän, ymmärsin kuitenkin ottaa kriittistä etäisyyttä hänen kirjoituksiinsa, johtuen

muun muassa hänen termodynamiikkaan liittyvistä erehdyksistään. Vastaavasti suhtautumiseni sekä degrowth-liikkeeseen että ekologiseen taloustieteeseen on ollut suojea ja jopa innokas, muttei varaukseton, sillä kumpikin näistä on paitsi kirjava joukko, myös täynnä erehtyväisiä ihmisiä. Lukijan on hyvä tiedostaa tämä pohjavireeltään myönteinen, muttei kritiikitön suhtautumiseni näihin kolmeen asiaan.

### *Tutkielman rakenne*

Sosiologi Pertti Alasuutari (2011, s.251–253, 284–285) kuvaa sitä, kuinka tekstimuotoon puettut tutkimusraportit tai tutkielmat harvoin esittävät tutkimusprosessin todellista kulkua. Raporttien muoto etenee usein suoraviivaisesti kokonaisuuden ja tutkimuskysymyksen esittelystä menetelmien ja aineiston kautta tuloksiin ja johtopäätöksiin. Tämä on idealisoitu kuva tutkimuksen kulusta, eikä oma tutkimukseni missään nimessä kulkenut johdonmukaisesti samaa polkua kuin siitä kirjoittamani tutkielma.

Muilta osin prosessin ja tutkielman väliset rakenteelliset erot ja yhtäläisyydet ovat pääasiassa triviaaleja, mutta eräs niihin liittyvä seikka on hyvä tuoda esiin. Tutustuin valtaosaan Georgescu-Roegenia käsittelevästä kirjallisuudesta tarkoituksella vasta tutkimuksen loppuvaiheessa, kirjoitettuani oman näkemykseni Georgescu-Roegenin intellektuaalisesta vaikutuksesta kahden muun aineiston perusteella (luku 6.1). Näin ollen muun kirjallisuuden esittämää kuvaa tästä intellektuaalisesta vaikutuksesta (luku 6.2) voitaneen pitää tutkimukseni puitteissa toimivana triangulaationa, eli toisena, verrattain riippumattomana näkökulmana samaan tutkimuskohteeseen. Sen sijaan ekologisen taloustieteen historiaan ja luonteeseen (luku 3) minun oli perusteltua perehtyä heti tutkimuksen alussa.

Tutkielman rakenne on seuraava. Käytyäni läpi aineiston ja menetelmän (luku 2) esittelen ekologisen taloustieteen viitekehyksen ja historiallisen muodostumisen (luku 3) sekä kuvaan lyhyesti Georgescu-Roegenin elämän keskeiset vaiheet (luku 4). Seuraavassa luvussa (luku 5) poimin ja teemoittelen Georgescu-Roegenin teksteistä hänen avainajatuksiaan ja jäsennän ne itselleni toimivaksi kokonaisuudeksi. Tämän jäsennyksen valossa vertaan Georgescu-Roegenin ajatuksia ekologisen taloustieteen olemukseen. Vertailun perusteella teen oman arvioni Georgescu-Roegenin intellektuaalisesta vaikutuksesta ekologisen taloustieteen kehitykseen (luku 6.1). Tämän jälkeen seuraa erillinen kirjallisuuskatsaus siitä, millaisena tämä vaikutus ilmenee Georgescu-Roegenia käsittelevässä kirjallisuudessa (luku 6.2). Tutkielman lopulla käsittelen myös hänen sosiaalista vaikutustaan (luku 6.3). Georgescu-Roegenin rooleja koskevan pohdinnan (luku 7.1) ja virhelähteiden tarkastelun (7.2) jälkeen vedän kokonaisuudesta johtopäätökset ja muotoilen vastaukset tutkimuskysymyksiin (luku 8). Lopuksi (luku 9) pohdin mahdollisia jatkokysymyksiä ja tämän tutkimuksen antia.

### *Muotoseikkoja*

Koska keskeinen aineistoni koostuu kokoelmaksi toimitetuista teksteistä, jotka saattavat löytyä muista lähteistä kyseistä kokoelmaa helpommin, koin hyödyllisemmäksi vakiintuneista käytännöistä poiketen viitata niiden osalta sivunumeroiden sijaan lukuihin, joihin useimmat teksteistä on jaettu. Näin sellainen kiinnostunut lukija, jolla ei

ole käytössään aineistoni keskiössä olevaa Bonaiutin (toim. 2011) kirjaa, voi löytää viittaamani kohdan yhtä helposti kuin sellainen, jolla kirja on.

Viitatessani käännettyihin teksteihin olen merkinnyt viittaukseen käännöksen vuosiluvun, jonka perässä on alkuteoksen vuosiluku hakasuluissa. Viitatessani tieteellisissä julkaisuissa julkaistuihin artikkeleihin, jotka olen itse lukenut kokoelmateoksista, olen merkinnyt viittaukseen alkuperäisen artikkelin vuosiluvun.

## 1.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimukseni on luonteeltaan laadullista ja kuvailevaa. Tarkasteltavana on Georgescu-Roegenin vaikutus ekologisen taloustieteen kehitykseen, mutta "vaikutusta" on vaikeaa operationalisoida saati mitata tällaisessa yhteydessä. Nostan Georgescu-Roegenin tuotannosta esiin oman tulkintani hänen keskeisistä kontribuutioistaan ja toisaalta hänen rooleistaan ekologisen taloustieteen kehityksessä. Varsinaisiksi tutkimuskysymyksiksi muodostuvat siis:

- *Mitkä olivat Georgescu-Roegenin avainajatuksat ekologisen taloustieteen näkökulmasta?*

- *Millaisia rooleja Georgescu-Roegenilla oli ekologisen taloustieteen kehityksessä?*

## 2 Aineistot ja menetelmät

Käytän tutkimuksessani laadullisen tutkimuksen menetelmiä ja vertailua. Aineistoja on kolme. Ensisijainen aineisto koostuu kahdeksasta Nicholas Georgescu-Roegenin tekstistä<sup>3</sup>, jotka Bonaiuti (toim. 2011) on koonnut kirjaksi. Toinen aineisto on valikoima ekologisen taloustieteen historiaa ja ominaispiirteitä käsittelevää kirjallisuutta. Kolmas aineisto on Georgescu-Roegenia ja hänen tuotantoaan käsittelevää kirjallisuutta hänen kuolemansa jälkeiseltä ajalta. Kahden jälkimmäisen aineiston käsittely on lähempänä vertailevaa kirjallisuuskatsausta kuin järjestelmällistä laadullista tutkimusta.

Georgescu-Roegenin omat tuotokset ovat siis tutkimuksen keskiössä, ja lähestyn niitä tekstin merkitysten teemoittelun keinoin. Teemoittelen (ks. luku 2.1) tässä aineistossa esiintyviä ajatuksia, väitteitä ja positioita yleisemmiksi kokonaisuuksiksi ja peilaan niitä muuhun kirjallisuuteen. Oppihistoriallinen kirjallisuus antaa kontekstin niin itse aineistolle, omalle tutkimukselleni kuin muulle Georgescu-Roegenista käydylle keskustelulle.

### 2.1 Laadullinen sisällönanalyysi

Käytän tutkimusmenetelmänä aineistolähtöistä laadullista sisällönanalyysiä. Kybernetiikan ja viestinnän tutkija Klaus Krippendorff (2004, s. 87–89) ei puhu kovin

---

3 Tekstit koostuvat neljästä puhtaaksikirjotetusta luennosta tai seminaariesitelmästä (Georgescu-Roegen 1970, 1972, 1983a, 1983b), kolmesta tutkimusartikkelista (Georgescu-Roegen 1977, 1978, 1979a) ja yhdestä postuumisti julkaistusta käsikirjoituksesta (Georgescu-Roegen 1989).

suoraan laadullisesta sisällönanalyysistä, vaan asettaa vastakkain *laadullisen tutkimuksen* (engl. *qualitative research*) ja *sisällönanalyysin* (engl. *content analysis*), joista jälkimmäinen viittaa kvantitatiivisempaan lähestymistapaan. Krippendorffin (mt., s. 87–89) jaottelun valossa menetelmäni asettuu selvästi laadullisen tutkimuksen puolelle, sillä:

- 1) tutkimuksen ja aineiston rajat ovat eläneet pitkin matkaa, eivät vain suunnitteluvaiheessa;
- 2) tutkimus on ainutlaatuinen luenta aineiston kokonaisuudesta, ja sitä on vaikea standardoida;
- 3) tutkimus on ”yhden ihmisen kokoinen” eikä tapahdu tutkimusryhmässä yhtenäisin metodein;
- 4) tutkimus ei yritä vakuuttaa niinkään metodologisella suoraselkäisyydellä kuin kontekstisidonnaisella tulkinnalla, ja
- 5) tutkimus pakenee perinteisiä validiteetin ja reliabiliteetin kriteerejä.

Menetelmäni seurailee psykologian tutkija Philipp Mayringin (2000) kuvausta laadullisesta sisällönanalyysistä ja Krippendorffin (2004) yleisiä suuntaviivoja sisällönanalyysille. Krippendorff (mt., s. 22–24) kuvaa sisällönanalyysin lähtökohtia, joista keskeisimmät tämän tutkimuksen kannalta ovat, että tekstillä ei ole lukijasta riippumatonta sisältöä (luenta on aina subjektiivista) ja että tekstin merkitykset ovat aina mielekkäitä vain suhteessa sen tuottajaan ja toisaalta sen kontekstiin (teksti tuotetaan ja luetaan aina kontekstissa). Yleisesti ottaen on syytä olla tietoinen kontekstin elämisestä kulloinkin tarkasteltavana olevan tekstin ja luennan mukaan. Tässä tutkimuksessa kuitenkin ”kiinnitän” kontekstin melko yleisluontoiseksi, jolloin yksityiskohtaisemmat nyanssit jäävät tarkastelun ulkopuolelle.

Varsinaisen menetelmäni voi yksinkertaisimmillaan tiivistää siihen, että luen tekstejä ja mietin, mitä niissä sanotaan. Tutkimuksellinen ote on todellisuudessa kuitenkin hieman tätä hienovaraisempi. Tiivistän ja poimin Georgescu-Roegenin teksteistä muistiinpanoihini hänen selkeitä väittämiään tai positioitaan (en siis varsinaisesti koodaa niitä suoraan tekstistä), ja ryhmittelen näitä teemoihin (ks. alla). Teemat, joiden alle hänen väittämänsä yleisessä muodossaan jäsenyvät, muodostavat vuorostaan *kattoteemoja*, jotka vastaavat luvun 5 alalukuja (5.1–5.5). Tältä osin menetelmä muistuttaa läheisesti Haapasen (2013) tutkimusotetta, vaikken jaakaan hänen tulkintaansa tästä menetelmästä abduktiivisena päättelynä sellaisenaan<sup>4</sup>.

---

4 Haapanen (2013, s. 17–20) puhuu abduktiivisesta päättelystä tutkimuksensa päättelyn lajina, kolmantena vaihtoehtona induktiolle ja deduktiolle, joka ”etenee intuitiivisen ennakkoaavistuksen johdattamana”. Niiniluodon (1983, s. 30, 154–155) valossa asia näyttäytyy kuitenkin huomattavasti monisyisempänä, enkä pidä tätä kolmijakoa erityisen hedelmällisenä, kun tarkastellaan päättelyä. Oikeastaan en ole aivan vakuuttunut siitä, että tällaisessa tutkimuksessa kannattaa edes puhua päättelystä. Näen Haapasen abduktiotarkastelun olevan enemmän tutkimusprosessin yleisen etenemistavan kuin varsinaisen päättelyn kuvaamista.

Menetelmää voidaan nähdäkseni kutsua tietyllä tapaa induktiivisluonteiseksi. Se mukailee Mayringin (2000) viitoittamaa induktiivisen kategorianmuodostuksen polkua, sillä kuten myös Haapanen (2013), etenen aineisto edellä ja ennakkooavistusten johdantelemana pikemmin kuin etukäteen kiinnitettyjen kategorioiden valossa. Toisaalta varsinainen induktio kuvaa mielestäni nimenomaan tiettyä päättelyn tapaa, eikä oikeastaan ole kovin selvää, onko tutkimuksen tämä vaihe varsinaista päättelyä<sup>5</sup>. Filosofi Ilkka Niiniluodon (1983, s. 9) mukaan päättely on johtopäätösten johtamista tai kumoamista oletusten perusteella, ja tässä pikemminkin eritellään väittämiä laajemmasta tekstiaineistosta. Induktiolle ominaiseen tapaan suunta on ikään kuin "yksityisestä yleiseen", joskin Niiniluodon (1983, s. 29–30) valossa tämän samaistuksen kanssa kannattaa olla hyvin varovainen.

Yleistä tasoa tässä tutkimuksessa edustavat Georgescu-Roegenin ajatukset ja positiot yleensä; ne ajatukset, käsitteet ja vastaavat sisällöt, joita hän toi taloustieteen kentälle oman työnsä kautta. Yksityistä tasoa puolestaan edustavat näiden ajatusten esiintymät teksteissä: ne ilmenevät kirjainten ja sanojen mustavalkoiseen muotoon puettuina lauseina, kappaleina tai lukuina, eli erilaisina merkitysyksiköinä (ks. Graneheim & Lundman 2004). Tämä soveltuu yhtä lailla Georgescu-Roegenin omiin kirjoituksiin kuin hänestä myöhemmin kirjoitettuihin teksteihin. Edellisessä tapauksessa yleinen taso heijastuu hänen omiin ajatuksiinsa, jälkimmäisessä ekologisen taloustieteen tutkijayhteisön keskusteluihin ja ikään kuin "kollektiiviseen tajuntaan". Tämän kollektiivisen tajunnan suhteen täytyy tietenkin olla varovainen: kyse ei ole mistään yhdestä ja yhtenäisestä näkemyksestä tai tulkinnasta, jonka jokin selvärajainen tutkijayhteisö jakaisi keskenään.

Tässä vaiheessa on hyvä selvittää teeman käsitettä. Hoitotieteilijät Ulla H. Graneheim ja Berit Lundman (2004) erottelevat laadullisessa sisällönanalyysissä toisistaan teeman ja kategorian käsitteet. Molemmat näistä jaotteluista tapahtuvat tekstin varsinaisia merkitysyksiköitä, eli esimerkiksi sanoja, lauseita tai kappaleita yleisluontoisemmalla ja ylemmällä abstraktiotasolla. Toisin sanoen tekstissä esiintyviä väittämiä ja poimintoja voidaan jaotella joko teemoihin tai kategorioihin, jotka kummatkin sisältävät useita väittämiä tai poimintoja, ja jotka jäsentävät koko tekstin pienemmiksi osakokonaisuuksiksi jollakin valitulla perusteella. Kategorian ja teeman keskeiset erot ovat Graneheimin ja Lundmanin (mt.) käsittelyssä 1) se, että siinä, missä kategoriat ovat toisensa poissulkevia (ts. kukin merkitysyksikkö voi kuulua vain yhteen kategoriaan), teemat eivät sitä ole, ja 2) se, että kategorioita sovelletaan tekstin *ilmissisältöihin*, kun taas teemat jaottelevat tekstin *piileviä sisältöjä*. Ilmissisältöä he (mt.) kuvaavat "sinä, mitä teksti sanoo" ja piilevää sisältöä "sinä, mistä teksti puhuu"; molempien tarkastelu sisältää väistämättä tulkintaa, mutta piilevän sisällön tunnistamiseksi pitää mennä ikään kuin askelta syvemmälle rivien väliin.

Tämän erottelun kannalta työni liikkuu teemojen tasolla, sillä kyse ei ole suoraan tekstistä koodatuista merkitysyksiköistä, vaan yleisemmistä ajatuksista niiden taustalla, eivätkä valitsemani jaottelut ole välttämättä toisensa poissulkevia. Erottelu teemoihin ja kategorioihin tuntuisi edellyttävän sääntillistä merkitysyksiköiden koodausta, mutta vaikka itse en niin toimikaan, pidän erottelua selkeyttävänä omassa tutkimuksessani.

---

5 Päättelyn sijaan tämäntyyppisen tutkimuksen keskiössä on mielestäni tulkinta.

### *Muita menetelmään liittyviä huomioita*

Katson tarpeelliseksi täsmentää eräitä tutkimusotteeni yksityiskohtia. Tutkimukseni kohteena oleva yksiköt ovat kokonaisia tekstejä: Georgescu-Roegenin esseet, artikkelit ja luennot. Joiltakin osin käytän taustoituksena tai täydennyksenä yksittäisiä kohtia laajemmista teksteistä (tästä lisää jäljempänä), jolloin tyypillinen merkitysyksikkö on kirjan luku.

Koska tutkimuskohde on historiallinen, sen tarkastelussa on varottava anakronismeja, eli vääristymiä, joita voi seurata tänä päivänä tapahtuvasta luennasta. Kyseessä ovat muutamia vuosikymmeniä vanhat tekstit, joten on syytä arvioida, ovatko teksteissä käytetyt käsitteet samansisältöisiä kuin tänä päivänä. Tutkimus sisältää käsitteellistä tarkastelua, ja esimerkiksi termodynamiikan käsitteistö (luku 5.1) asettaa omat haasteensa. Myös esimerkiksi kestävän kehityksen käsite on haastava, sillä se on ollut Georgescu-Roegenin elinaikana erilainen kuin nykyisin, eikä sillä nykyisinkään ole yhtä selkeää jaettua merkitystä. Lähdän kuitenkin oletuksesta, että aineiston käsitteet ovat ymmärrettävissä jotakuinkin samoilla tavoilla tänä päivänä kuin niiden kirjoitushetkillä, ja pyrin olemaan herkkä niille tapauksille, joissa näin ei ole.

Jos käsitteiden kohdalla on oltava tarkkana, niin vastaavasti myös Georgescu-Roegenin ajatukset voivat ilmetä teksteistä hyvin erilaisina kirjoitushetkellä ja nyt. Voidaan hyvällä syyllä kysyä, kuvastavatko tekstit ylipäänsä uskottavasti Georgescu-Roegenin ajatuksia, ja jos kuvastavat, muodostuuko näistä koherentti kokonaisuus. On selvää, että mitään kokonaista, objektiivista, johdonmukaista ajatuskokonaisuutta, siis jonkinlaista abstraktia Georgescu-Roegenin ”pään sisäistä tekstiä”, ei aineistosta voi sellaisenaan tavoittaa, sikäli kun sellaista on ollut olemassakaan. Tekstin tuottaminen ei ole ajatusten kirjaamista ”yksi yhteen”, vaan tapa työstää niitä, jonka lopputuote elää omaa elämäänsä. Toisaalta myös tekstin luenta on aina subjektiivinen, ja tulkinnot syntyvät lukijan (tässä tapauksessa siis minun) kontekstissa ja hänen aiempien kokemustensa värittäminä.

Yksinkertaisuuden vuoksi tarkastelen Georgescu-Roegenin ajattelua – sellaisena, kuin se aineiston kautta välittyy – tästä huolimatta yhtenä yhtenäisenä kokonaisuutena. Lähtökohtaisesti on myös oletettava, että tekstit ilmentävät ajatuksia riittävän uskottavasti, että ajatukset ovat ymmärrettävissä teksteistä tänä päivänä, ja että ajatusten historiallinen tarkastelu on täten mahdollista ja mielekäästä. Samaan tapaan ilmeisenä taustaoletuksena on, että englanniksi kirjoitetut tekstit, olivat ne sitten äidinkielisten tai ei-äidinkielisten (kuten Georgescu-Roegen) englannin käyttäjien kirjoittamia, ovat toimiva tapa kommunikoida ajatuksia minulle, joka en puhu englantia äidinkielenäni.

Aineiston kontekstin esiintuominen on tämäntyyppisessä tutkimuksessa tärkeää (Krippendorff 2004, s. 24), joten valotan perusteellisesti yhtäältä Georgescu-Roegenia kirjoittajana ja toisaalta ekologisen taloustieteen koulukuntaa luennan kontekstina ja ”tapahtumapaikkana”. Georgescu-Roegenin osalta korostan hänen henkilöhistoriaansa ja hänen tuotantonsa kokonaisuutta pikemmin kuin tekstien historiallista sijoittumista, jolloin tekstien aikalaisluennan konteksti jää vähemmälle. Myöhempien tekstien tuotannon ja luennan konteksteja pidän yksinkertaisuuden vuoksi jotakuinkin yhtenevinä. Ekologisen taloustieteen historiaa ja ominaispiirteitä käsittelevä luku 3 nivoo kaikkia näitä aspekteja yhteen.

Reliabiliteetin ja validiteetin yksityiskohtaisen arvioinnin sijaan teen tässä Krippendorffin (2004, s. 39) esiinnostaman ns. *ex post facto* -tarkastelun. Siinä pohditaan etukäteen, miten tutkimuksen tuloksia voidaan vahvistaa tai osoittaa puutteellisiksi muiden aineistojen valossa. Yksi ilmeinen tapa testata tämän tutkimuksen uskottavuutta olisi laajentaa kirjallisuuskatsausta muihin aineistoihin ja tutkia, tukeeko muu kirjallisuus tämän tutkimuksen johtopäätöksiä. Toinen, epäsuorempi tapa olisi kysyä ekologisen taloustieteen tutkijoilta suoraan, mikä heidän käsityksensä Georgescu-Roegenin keskeisestä kontribuutiosta on. Tämä toki kertoo vain yhden ajanhetken rajatun näkökulman asiaan, eikä matka kyselytutkimuksen ja sen takana olevan todellisuuden takana ole tietenkään mikään suora viiva. Kolmas tapa olisi laajentaa kirjallisuuskatsausta ja perehtyä systemaattisemmin Georgescu-Roegenia ja hänen tuotantoaan koskevaan keskusteluun. Tähän olisi kirjallisuudessa jo nyt vaikka kuinka paljon aineksia (esim. Mayumi & Gowdy, toim. 1999, Mayumi 2001, Beard & Lozada 1999, *Journal of Ecological Economics*...) ja niitä on odotettavissa enemmänkin, sillä hänen tuotantoaan on puitu aktiivisesti vielä tälläkin vuosikymmenellä (esim. Bonaiuti, toim. 2011, Giacobello 2012, Missemmer 2013).

## 2.2 Aineistot

Ekologisen taloustieteen historiaa ja luonnetta on käsitelty alan kirjallisuudessa runsaasti. Olen valikoinut ”lumipallomaisesti” vastaan tulevia lähteitä ja saavuttanut lopulta tason, jota pidän määrällisesti riittävänä. Aineistoon kuuluu useita artikkeleita (mm. Røpke 2004, 2005; Cleveland 1987, 1999; Christensen 1989, Spash 1999) sekä Costanzan (toim. 1991, ks. Costanza ym. 1991), Costanzan ym. (toim. 1997, ks. Costanza ym. 1997) ja Martínez Alierin (1987) kirjojen johdannot. Johtuen tutkimukseni varhaisen vaiheen kohdistumisesta biofyysisen taloustieteen suuntaan, näissä korostuu biofyysinen näkökulma. En pidä tätä ongelmana, sillä Georgescu-Roegenin työ osuu suurelta osin juuri tälle osa-alueelle. Georgescu-Roegenin tuotanto oli kiistatta hyvin laaja-alainen, ja monet hänen pohdinnoistaan keskittyvät esimerkiksi kuluttajan valintateoriaan, uusklassisen taloustieteen epistemologiseen perustaan, teollisen ja maataloustuotannon instituutioiden eroavaisuuksiin ja niin edelleen. Valitsemani historialliset katsaukset kuitenkin antavat mielestäni riittävän monipuolisen kuvan koko tieteenalan kehityksestä.

Suhtaudun tähän aineistoon kriittisesti, mutta pidän sen piirtämää kuvaa ”totuudenmukaisena” siinä määrin kun totuudesta kannattaa tässä yhteydessä puhua. Koska kyse on sekä tutkimuksen että muun aineiston kontekstista, kiinnitän sen ikään kuin taustaksi, jota vasten tarkastelen muuta aineistoa ja tutkimuskysymyksiä. Kriittisyys kohdistuu erityisesti biofyysisen taloustieteen historiaa vaivaavaan, tietyissä mielessä anakronistiseen ”voittajien historiankirjoitukseen”, jossa eräille kirjoituksille annetaan biofyysisyyden leima, vaikkei biofyysisestä taloustieteestä puhuttu vielä pitkään aikaan näiden kirjoitusten jälkeenkään. Tämä on kuitenkin helppo antaa anteeksi, sillä kyse on enemmänkin biofyysisen taloustieteen pohjalla olevan ajattelun juurista kuin itse suuntauksen jälkikäteen määriteltävästä kertomuksesta. Ekologisen taloustieteen metodologinen pluralismi (Costanza ym. 1997), sen runsas moninaisuus ja siitä käytävät määrittelykiistat (ks. Røpke 2005) tietysti tekevät historiankirjoituksestakin kirjavaa, mutta tästä kaikesta huolimatta otan lähtökohdakseni biofyysispainotteisen historiantulkinnan.



Georgescu-Roegenin koko laaja-alaisen tuotannon kahlaaminen läpi ei tuntunut mielekkäältä pro gradu -tutkielman rajaukselta, joten tartuin valmiiksi tarjolla olleeseen valikoimaan. Bonaiuti (toim. 2011) on koonnut teokseensa kahdeksan Georgescu-Roegenin tekstiä: neljä puhtaaksikirjotettua luentoa tai seminaariesitelmää (Georgescu-Roegen 1970, 1972, 1983a, 1983b), kolme tutkimusartikkelia (Georgescu-Roegen 1977, 1978, 1979a) ja yhden aiemmin julkaisemattoman käsikirjoituksen (Georgescu-Roegen 1989). Täydennän näitä tekstejä vain joiltakin osin ja valikoivasti Georgescu-Roegenin muun tuotannon, lähinnä hänen pääteoksensa *The Entropy Law and the Economic Processin* (1971) pohjalta.

Erittäin monitasoisen ja varsin vaikeaselkoisen pääteoksen ottaminen perinpohjaiseen, systemaattiseen tarkasteluun olisi tehnyt tutkimuksesta liian mittavan projektin. Bonaiutin (toim. 2011) kokoelma ei ole kattaus Georgescu-Roegenin vaikuttavimpia tekstejä, jotka kaikki ekologisen taloustieteen tutkijat olisivat lukeneet, mutta ne vaikuttavat kattavan Georgescu-Roegenin myöhemmän tuotannon keskeiset sisällöt eri muodoissaan. Käsitykseni on tietenkin Bonaiutin (toim. 2011) teoksen itsensä värittämä, mitä voidaan pitää ongelmana. Degrowth-orientoituneen Bonaiutin valikoimaan tukeutuminen myös kallistaa tulkintaa degrowth-liikkeen suuntaan. Kuten todettua, degrowth-liike on myös minulle läheinen ja tuttu viitekehys. Näiltä osin lähestymistapaani voidaan pitää jossakin määrin värittyneenä.

Kolmas aineisto koostuu Georgescu-Roegenia käsittelevästä kirjallisuudesta ja akateemisesta keskustelusta. Ensinmainittua edustavat Bonaiutin (toim. 2011) sekä kahden ekologisen taloustieteen tutkijan, Kozo Mayumin ja John M. Gowdyn (Mayumi & Gowdy, toim. 1999) kirjat. Nämä keskittyvät pääasiassa juuri Georgescu-Roegenin perintöön, ja eritoten Mayumin ja Gowdyn (toim. 1999) esseekokoelma antaa hyvin monipuolisen katsauksen Georgescu-Roegenin työhön, olkoonkin, että kirjaan on valikoitunut ennen kaikkea Georgescu-Roegeniin myönteisesti suhtautuvia kirjoittajia. Tämä on ehkä jonkinlainen vinouma aineistossani yleensäkin, sillä vastaani on tullut (ja toisaalta olen saattanut huomaamattani valikoidakin) ennen kaikkea tekstejä, jotka tarkastelevat Georgescu-Roegenia pikemmin positiivisesti kuin kovasanaisesti. Jälkimmäisiäkin olisi tietenkin ollut löydettävissä lisää, ja myös ensinmainittuja olisi ollut tarjolla enemmän (esim. Beard & Lozada 1999, Mayumi 2001), mutta aineiston koko uhkasi räjähtää käsiin.

Akateemista keskustelua edustaa tässä ennen kaikkea *Journal of Ecological Economicsin* Georgescu-Roegenille omistettu teemanumero vuodelta 1997 (22. vuosikerran numero 3). Aihetta on toki käsitelty monissa muissakin lehdissä (esim. Maneschi & Zamagni 1997, Gowdy & Mesner 1998, Bobulescu 2012), ja muita soveltuvia artikkeleita olen huomionut tarpeen mukaan. On huomattava, että kaikilta osin ei ole mielekästä tehdä erottelua Georgescu-Roegenia käsittelevien artikkeleiden ja ekologisen taloustieteen historiaa käsittelevien artikkeleiden välille. En aio erotella näitä toisistaan tiukasti.

## 3 Ekologisen taloustieteen ominaispiirteet ja historia

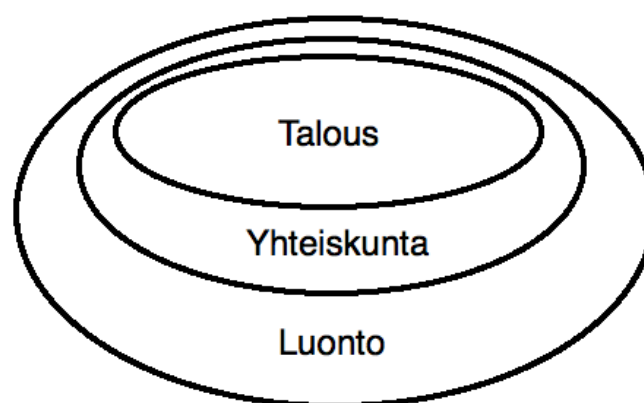
### 3.1 Ekologisen taloustieteen ominaispiirteet

Ekologinen taloustiede on taloustieteen koulukuntana hyvin moninainen ja monin tavoin epämääräinen. Alan tutkija Clive Spash (1999) pitää koko ekologista taloustiedettä jopa enemmän jonkinlaisen liikkeen kuin koulukunnan kaltaisena, mutta tässä tutkimuksessa se nähdään koulukuntana, menemättä näihin erotteluihin sen syvemmin.

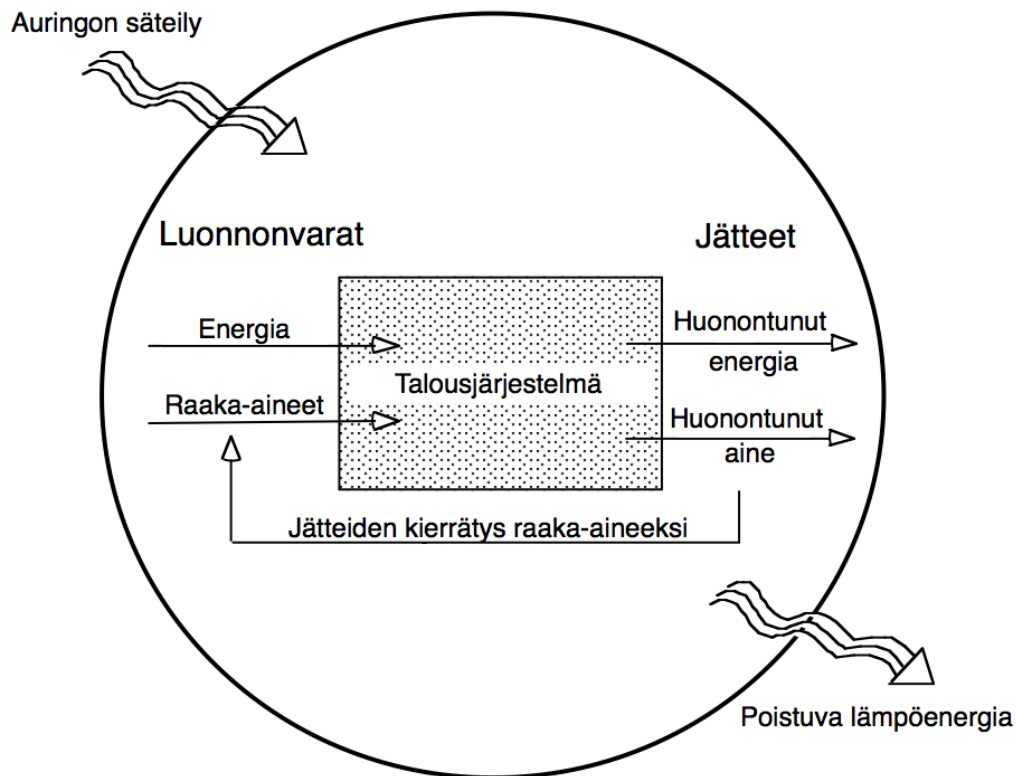
Moninaisuudessaan ekologista taloustiedettä on varsin hankalaa luonnehtia tyhjentävästi. Sen peruspiirteistä on tehty useita osin samansuuntaisia kuvauksia (ks. esim. Costanza ym. 1991, Costanza ym. 1997, Munda 1997, Spash 1999, Røpke 2005), joista pyrin seuraavaksi muodostamaan synteessin. Nähdäkseni ekologisen taloustieteen keskeinen "identiteetti" voidaan tiivistää kolmeen piirteeseen: kokonaisvaltaisuus, moninaisuus ja normatiivisuus. Nämä kolme eivät kuitenkaan riitä tyhjentävästi kuvaamaan koulukunnan koko alati kehittyvää kirjoa sisäisine ja ulkoisine jännitteineen. Kolmen peruspiirteen jälkeen luettelen joukon ekologista taloustiedettä luonnehtivia näkemyksiä, jotka eivät varmasti ole ekologisen taloustieteen edustajien keskuudessa täysin universaaleja, mutta sentään varsin yleisesti jaettuina.

#### *Kokonaisvaltaisuus*

Ekologisen taloustieteen pohjalla on pyrkimys ihmistoiminnan ja sen biofyysisen ympäristön välisen suhteen kokonaisvaltaiseen hahmottamiseen (ks. esim. Costanza ym. 1991). Tämä voidaan ilmaista monella tavalla, mutta kenties selkeimmin se ilmenee kahdesta kuvioista (Kuviot 1 ja 2), jotka toistuvat kirjallisuudessa hieman eri muodoissa.



Kuvio 1. Talouden, yhteiskunnan ja luonnon välinen hierarkia Joutsenvirran ym. (2016, Kuvio 1-2, s. 33) mukaan. Alun perin muokattu teoksista Daly (1977), Costanza ym. (2013) ja Costanza ym. (2014).



Kuvio 2. Taloudellisen järjestelmän aineenvaihdunta biofyysisessä ympäristössään, biosfäärin osasysteeminä. Muokattu Clevelandin (1999) artikkelista, jonka Kuvio 1 puolestaan perustuu teoksiin Hall ym. (1986) ja Goodland ym. (toim. 1991).

Kuvioista voidaan nähdä helposti eräitä tärkeitä elementtejä ekologisen taloustieteen keskiössä. Ensinnäkin niissä näkyy selkeästi vastareaktio uusklassisen taloustieteen talouskäsitteille, joka tyypillisesti rajoittuu Kuvion 1 sisimpään tai korkeintaan kahteen sisimpään kehään sekä Kuvion 2 keskellä olevaan laatikkoon. Toisekseen etenkin Kuvio 1 osoittaa selvästi tarpeen tieteenalojen välisten raja-aitojen ylittämiseksi: esimerkiksi ekologian perinteinen tutkimuskenttä kattaa ulkokehän, mutta ei ole kiinnostunut ihmiskunnan yksityiskohtaisemmasta tarkastelusta (ks. esim. Costanza ym. 1991), eikä keskikehillä käyttökelpoinen sosiologia vastaavasti kerro meille mitään vaikkapa ilmakehän kemiallisista prosesseista. Kolmas kuviin liittyvä huomio on, että siinä, missä ne ovat "ylätasolla" uskottavia täydennyksiä uusklassisen paradigman kapeampaan kokonaiskuvaan, ei ole mitenkään itsestään selvää, miten niitä sovelletaan käytännön tutkimustyöhön. Tämä osaltaan enteilee ekologisen taloustieteen vakiintumatonta metodologiaa, josta lisää alla.

Kuvioiden keskeisin viesti on ehkä kuitenkin se, ettei talous ole omalakinen, irrallinen kokonaisuutensa, vaan sekä materiaalistien reunaehtojen että sosiokulttuurisen kontekstin jatkuvasti muovaama ja määrittämä toiminnan kenttä. Näiden vuorovaikutussuhteiden kaksisuuntaisuutta on syytä vielä erikseen korostaa: siinä missä muu yhteiskunta ja muu luonto vaikuttavat talouteen, vaikuttaa talous vastaavasti myös niihin. Tämä lähtökohta, joka vaatii laajentamaan "talouden" tarkastelun myös sitä ympäröivän maailman tarkasteluksi, on ekologisen taloustieteen kokonaisvaltaisuuden ydin.

Jokaiselle tieteenalalle ja koulukunnalle on epäilemättä löydettävissä jakolinjansa, joiden eri puolilla sen edustaman tutkimuksen peruspiirteitä, tehtäviä, lähestymistapoja ja toimialoja hahmotetaan eri tavoilla. Ekologisessa taloustieteessä tätä ei yleensä ole nähty ongelmana, vaan monimuotoisuus on nähty rikkautena (ks. esim. Costanza ym. 1997). Kyseessä onkin lähtökohtaisesti sekä monitieteinen että pluralistinen koulukunta.

Monitieteisyys on ekologiseen taloustieteeseen luontevalla tavalla historiallisesti rakentunut ominaisuus, sillä se on alun perin muodostunut useiden alojen tutkimusintressien risteykseen (ks. luku 3.2). Generalistista monitieteisyyttä integroivammat lähestymistavat, joita ympäristötieteilijä Risto Willamo (2005, s. 57, Juvaksen ja Siitosen mallia soveltaen) kutsuu tieteidenvälisyydeksi ja poikkitieteellisyydeksi, ovat selvästi ekologisen taloustieteen perinteisiä ideaaleja<sup>6</sup>. Pluralismin mukanaan tuoma hajanaisuus ei kuitenkaan anna takeita niiden saavuttamisesta koulukunnan tasolla, kun monille riittää vähemmän integroiva monitieteisyys (esim. Spash 1999, haasteista ks. myös Røpke 2005). Pluralismilla tarkoitan tässä erilaisten, osin keskenään ristiriitaistenkin lähestymistapojen lähtökohtaista hyväksymistä moniäänisyyden ideaalin nimissä (esim. Costanza ym. 1997).

Yksi kuvaava esimerkki tällaisista jakolinjoista on suhde uusklassiseen ympäristö- ja luonnonvarataloustieteeseen (tästädes lyhyemmin ympäristötaloustiede). Monien mielestä ekologiseen taloustieteeseen ovat lähtökohtaisesti tervetulleita myös uusklassiset lähestymistavat osana moniäänistä kokonaisuutta (esim. Costanza ym. 1997), mutta toisaalta koko koulukunta on syntynyt eräänlaisena vastareaktiona uusklassisen taloustieteen lähtökohtien rajoittuneisuudelle, eivätkä kaikki näe uusklassiselle tutkimukselle juurikaan sijaa ekologisen taloustieteen piirissä (ks. Røpke 2005). Tämä jännite ilmenee joskus yllättävilläkin tavoilla. Spashin (1999) mukaan monet tutkijat, joiden tausta on ympäristötaloustieteen puolella, näkevät nämä kaksi koulukuntaa jotakuinkin yhtenevinä, ja jotkut heistä pitävät ekologista taloustiedettä jopa ympäristötaloustieteen osa-alueena. Toisaalta ekologisen taloustieteen tutkija Røpke (2005) luettelee – toki pelkistään – ekologisen taloustieteen ja ympäristötaloustieteen välisiä tyypillisiä näkemyseroja, ja piirtää niiden välille siten huomattavasti konfliktisemmän kuvan. Hänen mukaansa ekologisen taloustieteen perinteessä esimerkiksi luonnolla nähdään itseisarvoa välinearvon lisäksi, ja talouskasvun ja maailmankaupan vaikutusta ympäristöön pidetään voittopuolisesti negatiivisena, kun taas ympäristötaloustieteen puolella nämä asiat nähdään tyypillisesti päinvastoin<sup>7</sup>. Tämä esimerkki kuvaa mielestäni hyvin ekologisen taloustieteen sisäsyntyistä epämääräisyyttä ja siitä seuraavia sekaannuksen vaaroja.

Toinen, samansuuntainen jakolinja on kysymys ekologisen taloustieteen suhteesta ympäröiviin tieteenaloihin ylipäänsä. Tässä kilpailevat näkemykset ovat karkeasti ottaen uuden paradigman näkemys ja kytkösten kehittämisen näkemys (ks. esim. Spash 1999). Edellisen, radikaalimpaa uudistusta peräänkuuluttavan position mukaan ekologisen

6 Pyrkimys integroivaan yhteistyöhön eri tieteenalojen välille tulee hyvin esiin esimerkiksi teoksissa Costanza ym. (1991), Costanza ym. (1997), Røpke (2005) ja Spash (1999).

7 Tämä on kärjistävä poiminta Røpken artikkelista, ja kiinnostuneen lukijan kannattaa tutustua itse artikkeliin. Se syventää huomattavasti ekologisen taloustieteen sisäisiä ja ulkoisia jännitteitä tässä esitetyn pintaraapaisun tuolle puolen. On esimerkiksi huomattava, että nämä näkemykset muuttuvat ajassa, eivätkä koulukunnat ole homogeenisiä ryhmiä.

taloustieteen tulisi olla kokonainen uusi paradigma uudenlaisen tutkimuksen taustalla, joka ylittäisi ympäristötaloustieteen uusklassisen perustan rajoitteet. Sovinnollisempi kytkösten kehittämisen näkemys taas jättää ekologiselle taloustieteelle jonkinlaisen "välitieteen" roolin, jossa tarkoitus on lähinnä vahvistaa yhteyksiä ympäristötaloustieteen ja ekologian tai muiden ympäristötieteiden välillä sekä toimia niiden rajapintana. Uuden paradigman edistämistä varmasti hankaloittaa yllä kuvattu hajanaisuus ja yhteisen, vakiintuneen menetelmäpaletin puute. Menetelmien sirpaleisuus on tuskin yllättävää, jos pyrkimyksenä on tuoda saman sateenvarjon alle niin yleisen tason systeemialyysiä, ekologiaa, kuluttajatutkimusta kuin sosiokulttuurisen kontekstin tarkasteluakin. Toisaalta ekologisen taloustieteen pioneeri Robert Costanza kollegoineen (Costanza ym. 1991) kehystää asian siten, että siinä, missä "yksitieteiset" (engl. *disciplinary*) valtavirran taloustiede ja valtavirran ekologia keskittyvät työkaluihin ja menetelmiin, pluralistinen ja tieteidenvälinen ekologinen taloustiede keskittyy näiden sijaan tutkimusongelmiin ja soveltaa tai kehittää tarpeellisia työkaluja sen mukaan, välittämättä keinotekoisista oppihistoriallisista raja-aidoista.

Vaikka ekologinen taloustiede näyttäytyykin näiden esimerkkien valossa lähestulkoon sekasortoiselta, pluralistinen lähtökohta tuntuu kuitenkin sallivan näiden jakolinjojen ja jännitteiden olemassaolon ilman, että koko koulukunta kaatuu omaan mahdottomuuteensa (ks. esim. Røpke 2005, Spash 1999).

### *Normatiivisuus*

Ekologista taloustiedettä määrittää osaltaan myös eettinen normatiivisuus (ks. esim. Munda 1997). Sen tehtävä ei ole ainoastaan kuvata ja tulkita yhteiskunnan ilmiöitä ja lainalaisuuksia, vaan viedä ihmiskuntaa kohti tietynlaista kestävyiden tilaa. Näin ollen ei ole myöskään yhdentekevää, millaiset seuraukset ekologisen taloustieteen argumenteilla on ympäristöpolitiikalle (Munda, mt.). Ekologisen taloustieteen toista pioneeria, Herman E. Dalya (1992) mukaillen Costanza ym. (1997) muotoilevat ekologiselle taloustieteelle kolme perustehtävää, joilla on selkeä prioriteettijärjestys. Nämä tehtävät ovat tärkeysjärjestyksessä:

- 1) Sen varmistaminen, että ihmistoiminta kokonaisuutena tapahtuu biosfäärin ekologisen kantokyvyn rajoissa.
- 2) Resurssien oikeudenmukainen jako niin laji- ja sukupolvirajojen sisällä kuin niiden ylikin.
- 3) Resurssien taloudellisesti tehokas allokointi edellisten tavoitteiden puitteissa sekä markkinavaihtelon piirissä että niiden ulkopuolella.

Dalyn (1992) mukaan tehtävä 1, eli taloudellisen tuotannon mittakaava, on jäänyt syrjään valtavirran taloustieteellisessä keskustelussa. Costanzan ym. (1997) mukaan ympäristötaloustieteessä keskitytään tyypillisesti nimenomaan allokaation tehokkuuskysymyksiin, eli tehtävään 3. Tehtävä 2 herättää paljon kysymyksiä siitä, mitä oikeudenmukaisuus yksityiskohtaisemmin pitää sisällään, ja eettiset pohdinnat sisältyvätkin ekologisen taloustieteen tutkimusalaan luontevasti (ks. esim. Spash 1999). Spashin (mt.) mukaan ekologisen taloustieteen piirissä on tavallista pyrkiä huomioimaan ne ihmisryhmät, jotka jäävät yhteiskunnassa ja vallitsevassa

talousjärjestelmässä marginaaliin.

Taloustieteen normatiivisuuden tarkastelusta joudutaan nopeasti taloustieteen ja etiikan välisen kytköksen syviin vesiin. En mene aiheeseen kovin syvälle tässä tutkimuksessa, mutta on huomattava, että esimerkiksi tavoite 2 selvästi olettaa jonkinlaisen moraalisen arvon sekä tuleville sukupolville että ei-inhimilliselle elämälle – joskaan nämä positiot eivät ole yksioikoisesti kaikkien jakamia (ks. esim. Spash 1999). Tämä asettaa kuitenkin jonkinlaiset raamit ekologisen taloustieteen eettisille lähtökohdille. Uusklassinen taloustiede ei tunnu edellyttävän kantaa näihin kysymyksiin, mutta sille on ominaista eräänlainen sisäänrakennettu utilitarismi. Uusklassisen taloustieteen eräs lähtökohta on, että yksilöt maksimoivat toiminnallaan omaa hyötyään ja yritykset omia voittojaan, ja markkinat ovat työkalu, jonka avulla tämä maksimoinnin ajatellaan tapahtuvan mahdollisimman tehokkaasti (ks. esim. Weintraub 1993). Tavoiteltava lopputulos on siis maksimaalinen kokonaishyöty, eli eräs muoto utilitarismin peruspäämäärästä "mahdollisimman paljon hyvää mahdollisimman monelle" (ks. esim. Russell 2001 [1946], s. 352–362). Tämä päämäärä näkyy myös ekologisen taloustieteen tavoitteessa numero kolme.

### *Muita ominaispiirteitä*

Ekologisen taloustieteen ytimessä on taloudellisten ja ekologisten systeemien välisen vuorovaikutuksen kestävyys, jossa biofyysiset reunaehdot ja taloudellisen toiminnan mittakaava ovat keskeisiä tekijöitä (Costanza ym. 1997). Lähtökohtana on, että ihmistoiminnan laajuus on vähintäänkin saavuttamassa ja osin ylittänyt ekologisen kestävyuden vaatimat rajat (Costanza ym. 1997, Røpke 2005, ks. myös Munda 1997). Ekologinen taloustiede tunnistaa sen tutkimuskohteeseen liittyvän laajan epävarmuuden ja "emme tiedä, mitä emme tiedä" -tilanteen (Røpke 2005).

Koska uusklassiset taloudellisen arvottamisen teoriat ovat puutteellisia, uusia on syytä rakentaa taloudellisen tuotannon ekologisten reunaehtojen ymmärtämisen varaan (Costanza ym. 1997). Ekologisessa taloustieteessä arvoja pidetään tyypillisesti yhteismitattomina, ts. kaikkea arvoa ei voida palauttaa rahassa mitattavaan muotoon (Munda 1997). Ekologisessa taloustieteessä korostuvat systeemidynamiikan, mittakaavan ja hierarkioiden tarkastelu sekä ekologista ja taloudellista lähestymistapaa integroiva mallinnus (Costanza ym. 1997). Siinä missä valtavirran taloustiede pitää bruttokansantuotteen kasvua luontevana makrotaloudellisena tavoitteena, on ekologiselle taloustieteelle ominaisempaa pitää ekologis-taloudellisen systeemin kestävyyttä keskeisenä makrotason päämääränä (Costanza ym. 1991).

Yhtenä tyypillisenä piirteenä on myös mainittava skeptinen suhtautuminen teknologisen kehityksen mahdollisuuksiin. Costanza ym. (1991) esittävät yksinkertaistaen, että siinä, missä valtavirran taloustiede on hyvin optimistinen teknologisen kehityksen ratkaisupotentiaalin suhteen, vallitsee ekologisessa taloustieteessä varovaisempi kanta, jonka mukaan emme voi laskea teknologian kaikkivoipuuden varaan (ks. myös Costanza ym. 1997, Røpke 2005).

## 3.2 Ekologisen taloustieteen historiaa

Nicholas Georgescu-Roegenin vaikutus ekologiseen taloustieteeseen on väistämättä ekologisen taloustieteen historiaan kytkeytyvä tutkimuskohde. Sen tähden on luontevaa taustoittaa tätä tutkimusta tiiviillä katsauksella ekologisen taloustieteen historiaan kokonaisuutena. Pyrin pitämään historiallisen osuuden ytimekkäänä ja yleistajuisena sekä välttämään ylenmääräistä nimien ja vuosilukujen juoksutusta. Keskeisimpiä nimiä on kuitenkin hyvä tuoda esille, etenkin niiltä osin kun niihin viitataan jäljempänä.

Etenen kronologisesti ja kuvaan ekologisen taloustieteen juurien rinnalla myös ympäristötaloustieteen kehityskulkua. Historiallinen osuus painottuu jossakin määrin biofyysisen taloustieteen historian suuntaan, mikä on sikäli perusteltua, että monet Georgescu-Roegenin keskeisistä ajatuksista liittyvät olennaisesti juuri tähän aihealueeseen. Keskityn kuvaamaan ekologisen taloustieteen juuria, syntyä ja vakiintumista, en niinkään viimeaikaisia käänteitä.

Koska erilaisia koulukuntia ja suuntauksia esiintyy tässä tutkimuksessa ylipäänsäkin paljon, katsoin tarpeelliseksi kirjoittaa sanaston (Liite 1), jonka avulla ne on helpompaa erottaa toisistaan. Sanastossa esiteltyjen suuntausten ensimmäiset maininnat leipätekstissä (tästä lukien) on lihavoitu.

### *Ekologisen taloustieteen historiankirjoituksesta*

Kuten edellä esitin, **ekologinen taloustiede** on taloustieteellisenä koulukuntana monin tavoin epämääräinen: esimerkiksi sen rajat ja keskeinen paradigma ovat joiltakin osin häilyviä, eivätkä kaikki sen harjoittajat suinkaan näe koulukuntaa samalla tavalla (ks. esim. Røpke 2005). Tämä ei kuitenkaan ole hillinnyt alalla vallitsevaa intoa kirjoittaa alan omaa historiaa uudelleen ja uudelleen eri näkökulmista (ks. esim. Christensen 1989, Cleveland 1987, 1999; Martínez Alier 1987, Spash 1999, Røpke 2004). Tutkimukseni asettuu omalla tavallaan osaksi tätä ekologisen taloustieteen historiankirjoitusta, ja tämä historiankirjoitus on tutkimukselle olennainen viitekehys.

On erittäin tärkeää panna merkille, että ekologisen taloustieteen historiankirjoitusta leimaa eräänlainen "voittajien historian" näkökulma, jossa menneiden aikojen ajattelijat ja kirjoitukset ikään kuin "kaapataan" osaksi ekologisen tai **biofyysisen taloustieteen** historiaa. Ekologinen taloustiede institutionalisoitui 1980-luvulla, ja on tietenkin selvää, että institutionalisoitumista edelsi jakso, jonka aikana muodostuivat yhtäältä koulukunnan uuden paradigman sisällöllinen kivijalka ja toisaalta sen keskeiset sosiaaliset yhteisöt. Tätä jaksoa kuvattaessa voidaan perustellusti puhua ekologisen taloustieteen uranuurtajista, vaikkei ekologisen taloustieteen käsite vielä ollutkaan vakiintunut, eivätkä kaikki myöhemminkään sitä hyväksyneet. Sen sijaan alan eturivin tutkijan Joan Martínez Alierin (1987, s. 3) väite, että ekologinen taloustiede on ollut "objektiivisesti" olemassa 1880-luvulta alkaen, kuulostaa tätä vasten suorastaan pöyhkeältä. Tietoa ekologisen taloustieteen käsitteen historiasta on vaikeaa löytää, mutta Røpken (2004) mukaan se valikoitui käyttöön vasta vuonna 1987 Barcelonassa pidetyssä kokoontumisessa. Vastaavasti esimerkiksi ekologisen taloustieteen tutkija Cutler Cleveland (1999) vetää biofyysisen taloustieteen juuret 1750-luvulle asti, vaikka itse termin lanseerasi fyysikko-biologi Alfred Lotka vuonna 1924 (Cleveland, mt.).

Täten varhaiset ajattelijat, joilla ei ollut aavistustakaan satoja vuosia myöhemmin vakiintuvista käsitteistä, on saatu kaapattua ekologisen tai biofyysisen taloustieteen jatkumoon.

Kun tämän voittajien historian tiedostaa, siihen voi kuitenkin suhtautua rakentavasti – olisi naiivia kuitata mainittujen kirjoittajien ansiot jotenkin mitättömiksi tällä perusteella. Clevelandin ja Martínez Alierin työn merkittävä anti on tietenkin niiden oppihistoriallisten juurten esiintuominen, joista biofyysinen ja ekologinen taloustiede ovat sittemmin kehittyneet. On loppujen lopuksi vain toissijainen muutoseikka, lasketaanko 1750-luvun fysiokraatit biofyysisen taloustieteen edustajiksi vai esivanhemmiksi. Sen sijaan on tärkeää välttää toinen tähän ilmiöön liittyvä sudenkuoppa, nimittäin yhtenäisen jatkumon illuusio. Tällaisessa voittajien historiassa on liiankin helppoa ajatella, että kronologisesti toisiaan seuraavat kirjoittajat, jotka jakavat keskenään samoja näkökulmia, olisivat selkeässä kausaalisessa suhteessa keskenään ja rakentaisivat uutta aina toisten aiemman työn perustalle. Kuten Martínez Alier (1987, s. 2) tuo esille, edes oppihistoriansa hyvin lukenut Georgescu-Roegen ei tuntenut kaikkia merkittäviä biofyysisen näkökulman varhaisia uranuurtajia. Tämän on ajateltu johtuneen mm. näiden kirjoittajien marginaalisuudesta omana aikanaan, kielimuureista, tieteenalojen eristyneisyydestä (ks. Røpke 2004) ja toisaalta juuri tämän alan yhteisen opillisen viitekehyksen tai koulukunnan puuttumisesta (Martínez Alier 1987, s. 2). En koe tässä tutkimuksessa tarpeelliseksi erotella sitä, kuka kenenkin työn tunsu tai ei tuntenut.

### *Varhaishistoriaa*

Ekologisen taloustieteen historiankirjoituksessa kaivetaan toistuvasti esiin fysiokraattien koulukunta 1750-luvun Ranskasta. François de Quesnayn johtamia fysiokraatteja pidetään ensimmäisenä järjestäytyneenä taloustieteellisenä koulukuntana (esim. Cleveland 1999), vaikka taloustieteestä ei tiettävästi puhuttu tuohon aikaan vielä erillisenä tieteenalana (ks. esim. Saastamoinen 2011, Sappinen 2011). Fysiokraateille maa oli kaiken vaurauden lähde, ja maanviljelyn tuottavuudesta voitiin johtaa kaikki olennaiset kansantaloudelliset parametrit maanvuokrasta lähtien (Cleveland 1999). Lähtökohtana oli ajatus, että taloutta määrittivät ennen kaikkea ihmisestä riippumattomat luonnonlait, ja ihmisen taloudellisten järjestelyjen tuli myötäillä näitä lakeja maksimaalisen hyvinvoinnin saavuttamiseksi. Fysiokraattien merkitys alkoi hiipua 1700-luvun loppua kohden **klassisen poliittisen taloustieteen** nousun myötä.

Klassisessa poliittisessa taloustieteessä, jonka keskeisiä ajattelijoita olivat Thomas Malthus, John Stuart Mill, David Ricardo ja Adam Smith, tunnustettiin maan ja sitä kautta luonnonvarojen merkitys taloudelliselle toiminnalle. Millä lukuunottamatta kaikki mainitut olivat huolissaan väestönkasvun vaikutuksesta talouteen ja yhteiskuntaan (Spash 1999). Erityisesti Ricardo ja Malthus uskoivat maanviljelyn tuotantopotentiaalin olevan väestönkasvun viimekätinen rajoittaja (Sappinen 2011). Nämä tulokulmat heijastelivat pitkälti 1700-luvun lopun Brittein saarten yhteiskunnallista tilannetta, jossa teollistuminen muutti tuotantorakennetta ja kauppasaarrot ajoivat ruokahuollon ahtaalle (emt.). Klassisen poliittisen taloustieteen kriitikko Karl Marx kiinnitti niin ikään huomiota maan merkitykseen käyttöarvon luomisessa (Honkanen 2001) ja tunnisti myös mm. ihmistoiminnan vaikutuksen maan hedelmällisyyteen (Bellamy Foster & Magdoff 2001 [1998]). Luonnonvarakysymys ei



kuitenkaan päätynt **marxilaisen taloustieteen** keskiöön, mistä myös Georgescu-Roegen sittemmin Marxia kritisoi (tästä lisää luvussa 5.4, teema 16).

Tässä vaiheessa on syytä pistäytyä luonnontieteiden puolella. 1800-luvulla luonnontieteet kehittyivät vauhdilla, ja biofyysisen taloustieteen kannalta on pantava merkille erityisesti termodynamiikan eli lämpöopin synty Rudolf Clausiuksen ja Nicolas Sadi Carnot'n tutkimusten myötä. Cleveland (1999) kuvaa, kuinka nimenomaan termodynamiikka inspiroi jo 1800-luvun lopulla monia luonnontieteilijöitä ulottamaan pohdintojaan paitsi omien tutkimusalojensa, myös talouden ja yhteiskunnan lainalaisuuksien kuvaamiseen. Nämä pohdinnat kuitenkin pysyivät taloustieteen kehityksen näkökulmasta tiukasti marginaalissa (ks. esim. Røpke 2004).

Palataan taloustieteen piiriin. 1800-luvun edetessä Mill tarkasteli resurssikysymyksiä myös uusiutumattomien luonnonvarojen näkökulmasta, erillään väestönkasvusta. Hän näki niukkuuden uhkaavan taloudellisen tuotannon kasvua, mutta luotti siihen, että teknologia helpottaa ongelmaa ajan mittaan, eikä päästä sitä kärjistymään (Spash 1999). **Uusklassisen taloustieteen** uranuurtaja William Stanley Jevons käsitteli 1860-luvulla hiilen riittävyttä pessimistiseen sävyyn ja ennusti hiilen tuotantohuipun hämmöttävän Englannissa. Kun hiilen rinnalle nousi öljy, ongelma väistyi, ja samalla Jevonsin teksteistä hävisivät viittaukset luonnonvarojen niukkuuteen (ks. Spash 1999, Christensen 1989). Tämä edisti Spashin (1999) mukaan luonnonvaroihin liittyvää teknologista optimismia ja sen vakiintumista osaksi uusklassisen taloustieteen paradigmaa.

Teollisen vallankumouksen edetessä halpa fossiilinen energia ja teknologisen kehityksen kiihtyminen siis selvästi hälvensivät huolia resurssien riittävydestä. Tämä heijastui myös uusklassisen taloustieteen syntyvaiheisiin, kun luonnonvarojen merkitys hiljalleen lakaistiin näkymättömiin laskennallisesta teoriasta (ks. Christensen 1989) ja teknologinen optimismi vakiintui taustaoletukseksi fokuksen siirtyessä tuotannon tarkastelusta markkinavaihtoihin.

Cleveland (1999) ja Martínez Alier (1987) mainitsevat lukuisia kirjoittajia, jotka ovat huomioineet luonnonvarat varhaisissa teksteissään tai ottaneet ne jopa tutkimustensa keskiöön. Biofyysisen taloustieteen kehityksen kannalta huomionarvoisin näistä lienee fyysikko Sergei Podolinski, jonka **energeettiset** tarkastelut 1800-luvun lopulla olivat aikaansa nähden kunnianhimoisia. Hän tarkasteli ruuantuotannon tehokkuutta monenlaisten energiapanosten kautta ja energian nettosaantia sekä yritti sovittaa yhteen termodynamiikan lainalaisuuksia ja marxilaista taloustiedettä (Cleveland 1999). Tiettävästi Podolinskin tutkimukset eivät saaneet jalansijaa marxismin teorioissa<sup>8</sup>, mutta samanlaiset analyttiset työkalut nousivat myöhemmin osaksi biofyysisen taloustieteen kaanonin (Cleveland 1999).

### *1900-luvun alkupuolisko*

1900-luvulle tultaessa termodynamiikasta lähtenyt trendi jatkui jokseenkin

---

8 Podolinskin rooli energetiikan ja marxismin yhdistämisen historiassa on kiistanalainen aihe. Esimerkiksi Martínez Alier (1987, s. 5–6) ja marxilaiset taloustieteilijät Paul Burkett ja John Bellamy Foster (Burkett & Bellamy Foster 2006) selittävät Podolinskin työn vähäistä roolia marxismin kehityksessä lähes päinvastaisilla tulkinnoilla.

samanlaisena: yksittäiset luonnontieteilijät kiinnostuivat talouden energeettisestä perustasta ja kirjoittivat kärkeviäkin tekstejä talouden rakenteista (Cleveland 1999). Malliesimerkkinä tästä voidaan pitää kemisti Frederick Soddy, joka uransa loppupuolella keskittyi kirjoittamaan taloudellisen tuotannon energeettisestä perustasta ja rahajärjestelmän ongelmista (emt.). Toinen tärkeä esimerkki on vaikutusvaltainen fyysikko-biologi Alfred Lotka, joka energiatarkastelun perusteella esitti energiavirtojen hyödyntämisen tehokkuutta biologisten organismien evoluutiota ajavaksi voimaksi (ks. emt.). Lotka myös lanseerasi biofyysisen taloustieteen käsitteen vuonna 1924 peräänkuuluttaessaan luonnontieteellisempää otetta taloustieteen perustaksi, vaikkei itse varsinaisesti taloustieteen kentälle pyrkinytkään (ks. emt.).

1900-luvun edetessä uusklassisen taloustieteen muoto selkeytyi entisestään ja se vakiintui vallitsevaksi paradigmaksi. Samaa rataa jatkui 1800-luvun lopulla alkanut kehitys, jossa askel askeleelta luonnonvarojen merkitys tuotannon kuvaamisessa väheni (ks. Cleveland 1999). Ekologisen taloustieteen tutkija Paul P. Christensen (1989) ihmettelee sitä, kuinka yksi uusklassisen paradigman tärkeimmistä muotoilijoista, Alfred Marshall, oli yksityiskohtienkin tasolla tietoinen aineellisen jatkuvuuden merkityksestä maataloudessa, mutta kuvatessaan teollista tuotantoa jättää tämän aspektin lähestulkoon kokonaan huomiotta.

Pikkuhiljaa kuitenkin myös taloustieteen sisällä alkoi herätä kiinnostusta luonnonvaroja kohtaan. Harold Hotellingin uusiutumattomia luonnonvaroja koskevat tutkimukset 1930-luvun alusta nostetaan usein esiin **luonnonvarataloustieteen** varhaisena klassikkona (ks. esim. Spash 1999). Spash (mt.) ja Martínez Alier (1987) mainitsevat kuitenkin useita Hotellingin aikalaisia ja edeltäjiäkin, jotka syystä tai toisesta ovat jääneet vähemmälle huomiolle sittemmin. Monet näistä kirjoittajista käsitelivät maataloutta tai kaivannaisteollisuutta ja osa kytki luonnonvarakysymykset luonnonsuojelukysymyksiin (ks. Spash 1999). Erityiskysymyksinä käsitellyt tapaukset jäivät kuitenkin viime kädessä kuriositeetin rooliin taloustieteen valtavirtaan nähden (emt.).

### *1960-luvun ympäristöherätys*

1950-luvulta alkaen ympäristökysymykset alkoivat nousta esiin yhä selkeämmin taloustieteenkin piirissä. Toisen maailmansodan myötä Yhdysvaltain valtionhallinto kiinnostui resurssikysymyksistä ja alkoi rahoittaa niiden tutkimusta (Spash 1999). 1960-luvulla kasvavat saastemäärät ja niiden myötä julkinen ympäristöhuoli – meribiologi Rachel Carsonin teosta *Äänetön kevät* (1962) ei tule vähätellä tässä yhteydessä – toivat paljon painetta tutkia teollisen tuotannon roolia ympäristökysymyksissä. Yhteiskunnallinen ilmapiiri ja julkinen rahoitus vauhdittivat uusklassisen **ympäristö- ja luonnonvarataloustieteen** muodostumista, vaikka alkuun nämä kaksi osa-aluetta pidettiin erillään (Spash 1999). Luonnonvarataloustieteilijä Harold J. Barnettin ja kehitystaloustieteilijä Chandler Morsen *Scarcity and Growth* (1963), joka voidaan laskea varhaisen uusklassisen ympäristötaloustieteen piiriin, vahvasti valtavirran taloustieteessä jo yleisesti vallinnutta uskoa siihen, ettei luonnonvarojen niukkuus olisi merkittävä rajoite talouskasvulle edes periaatteessa (ks. esim. Cleveland 1987).

Siinä missä ympäristötaloustiede alkoi päästä vauhtiin 1950- ja 1960-luvuilla, myös kriittiset äänet alkoivat voimistua samoihin aikoihin. Uusklassisen taloustieteen näkyvä

kriitikko, taloustieteilijä Karl William Kapp esitti jo vuonna 1950, etteivät ympäristöongelmat olekaan taloudellisen toiminnan valitettavia ulkoisvaikutuksia, vaan siihen sisäänrakennettuja rakenteellisia seurauksia (Spash 1999). 1960-luvulla erityisesti luonnontieteilijät alkoivat kiinnostua taloudesta ja uudenlaisista lähestymistavoista yhteiskuntatieteiden ja luonnontieteiden rajapinnalla. Näin uusia talousaiheisia avauksia alkoikin ilmetä niin ekologioiden, fyysikoiden, energiainsinöörien kuin sosiologioidenkin suunnalta. Monien tällaisten avausten peruslähtökohdat poikkesivat uusklassisesta valtavirrasta paljonkin (emt.), ja sikäli ne lukeutuvat **heterodoksisen taloustieteen** kaanoniin. Esimerkiksi systeemiekologian uranuurtaja Howard T. Odum inspiroitui Lotkan energia- ja evoluutioajattelusta ja alkoi soveltaa sitä myös talouteen, ja fyysikoista mm. Robert U. Ayres (ks. esim. Ayres & Kneese 1969) oli kehittämässä materiaaliavirtojen ja -tasapainojen teoriaa 1960- ja 1970-lukujen taitteessa (Spash 1999).

Jos tähän asti merkittävä osa aine- ja energiavirtoja taloudellisesti tarkastelevista avauksista olikin tullut taloustieteen ulkopuolisilta tieteenekijöiltä, myös jotkut taloustieteilijät alkoivat toden teolla kiinnostua näiden aiheiden kriittisestä tarkastelusta. Taloustieteilijät Kenneth Boulding, Nicholas Georgescu-Roegen ja tämän oppilas Herman Daly alkoivat kirjoittaa 1960-luvulla entropiasta, energiasta ja luonnonvarojen rajallisuudesta (ks. Cleveland 1999). Toisin kuin aiemmin, näiden kirjoitusten ympärille alkoi pikkuhiljaa muodostua sosiaalista liikehdintää, kun taas varhaisemmat kirjoitukset tyypillisemmin jäivät yksittäistapauksiksi.

#### *1970-luvun öljykriisit ja uusien tieteenalojen vakiintuminen*

1970-luvulla nähtiin suuria muutoksia talouden ja ympäristön suhteessa niin tieteen kuin yhteiskunnallisen keskustelunkin kentällä. Uusi ympäristöliike oli pääsemässä vauhtiin, ja Rooman Klubin *Kasvun rajat* -raportti (Meadows ym. 1974 [1972]) kuohutti yhteiskunnallista keskustelua esittämällä, että uusiutumattomien luonnonvarojen hämmöttävät tuotantohuiput uhkaavat vakavasti nykymuotoista taloudellista kehitystä ja ihmisten hyvinvointia. Viimeistään vuosien 1973–74 öljykriisi toi talouden energeettisen ja materiaalsen perustan tuntuvasti kaikkien tietoisuuteen ja yhdeksi politiikan kärkeksymyksistä. Valtavirran taloustiede oli ymmällään, ja tilaus talouden, luonnonvarojen ja ympäristökysymysten välisten kytkösten tutkimukselle kasvoi nopeasti (ks. esim. Cleveland 1999, Røpke 2004).

**Energia-analyysiin** ja erityisesti fossiilsen energian tutkimukseen kanavoitiin rahoitusta, ja tutkimusryhmiä ja -instituutteja perustettiin. Kaikki tämä veti puoleensa fyysikoita, insinöörejä, systeemiekologeja ja jokusen taloustieteilijänkin (ks. Røpke 2004). Tuon ajan tärkeät tutkimuskohteet, kuten energianlähteiden laatu ja käyttökelpoisuus, energiankäytön vaikutus työn tuottavuuteen sekä panos-tuotos-mallit (ks. emt.), mukailivat vahvasti biofyysisen taloustieteen kiinnostuksen kenttää. Ympäristötaloustieteelle perustettiin oma tiedejulkaisu *Journal of Environmental Economics and Management* vuonna 1974 ja tiedeseura *Association of Environmental and Resource Economics* vuonna 1978: ala alkoi toden teolla vakiintua uusklassisen taloustieteen erityisalaksi (Spash 1999). Toisaalta vuonna 1974 myös uusklassista koulukuntaa edustava taloustieteilijä Robert M. Solow esitti ajatuksensa, että luonnonvaroja voidaan taloudellisessa tuotannossa korvata kasvattamalla pääoman ja työvoiman määrää, eli karkeasti ottaen niitä ei viime kädessä tarvinnut pitää tuotantoa

rajoittavana tekijänä (Christensen 1989).

Samoihin aikoihin, 1970-luvun alkuvuosina, ekologisen taloustieteen peruskiveä muurattiin useiden merkkiteosten muodossa. Odum, Ayres, Daly ja Georgescu-Roegen kaikki julkaisivat alan keskeisiä tekstejä noina vuosina, kukin omasta näkökulmastaan (ks. Cleveland 1999, Røpke 2005). Esimerkiksi Georgescu-Roegenin pääteos *The Entropy Law and the Economic Process* (1971) teki suuren vaikutuksen moniin ekologisen taloustieteen pystyttäjiin (Røpke 2005), joskin taloustieteen kentällä laajemmin tarkasteltuna se herätti ilmestyessään lähinnä kohteliasta hiljaisuutta (Georgescu-Roegen 1989, ks. myös Spash 1999). Daly (1973, 1977) lanseerasi pian tämän jälkeen **vakaan tilan talousajattelun**, joka nojasi vahvasti aineen, energian ja entropian tarkasteluihin yhteiskunnallisessa kontekstissa.

Öljykriisien väistyttyä 1980-luvulla koitti taas nousukausi, ja energiakysymykset poistuivat yhteiskunnallisen keskustelun keskeisimmästä valokeilasta. Jo vakiintuneet ympäristötaloustiede, energiatutkimus ja ympäristöliike eivät kuitenkaan hävinneet näyttämöltä, ja toisaalta monitieteinen ympäristötutkimus alkoi pikkuhiljaa herättää enemmän kiinnostusta akateemisissa piireissä (ks. Røpke 2004). 1970-luvulla kannuksensa hankkineet, mutta marginaaliin jääneet kriittiset tutkijat alkoivat 1980-luvun alussa pitää kansainvälisiä kokouksia ekologian ja taloustieteen rajapinnalla. Daly ja hänen systeemiekologitaustainen työtoverinsa Robert Costanza (molemmat Yhdysvalloista), biologi AnnMari Jansson Ruotsista sekä maataloustieteilijätaustainen Joan Martínez Alier Kataloniasta olivat järjestämässä useita kokoontumisia Euroopassa pitkin 1980-lukua (emt.). Näiden kokouksien myötä luonnontieteilijät ja taloustieteilijät pääsivät yli ennakkoluuloistaan ja alkoivat pikkuhiljaa löytää yhteistä maaperää (emt.).

Näin niinkin moninaiset juonteet kuin ympäristötaloustieteen, systeemiekologian, yleisen systeemiteorian, energiatutkimuksen ja politiikan tutkimuksen tutkimusperinteet kietoutuivat monitieteiseksi vyyhdiksi. Vuonna 1988 ekologiselle taloustieteelle perustettiin oma tiedeseura, *International Society for Ecological Economics*, ja seuraavana vuonna ilmestyi ensimmäisen kerran *Journal of Ecological Economics*, jota Costanza päätoimitti pitkälle 1990-luvulle asti (Røpke 2004). On hyvä panna merkille, että nimenomaan Daly ja Costanza olivat seuran ja lehden perustamisessa näkyviä ja aktiivisia, ja heidän merkityksensä on väistämättä ollut suuri myös sisällöllisesti. Sen sijaan esimerkiksi Georgescu-Roegen loisti poissaolollaan, eikä koskaan ottanut koulukuntaa omakseen (ks. esim. Bonaiuti 2011, s. 41). Monien hyvin erilaisten tieteenalojen ristiaallokosta syntynyt, tutkimusmetodologialtaan vakaumuksellisen pluralistinen ja teoreettiselta ytimeltään jokseenkin epämääräinen tieteellinen suuntaus ei varmasti ole ollut helppo yhteisö organisoida, ja monet varhaisista jännitteistä ovat kulkeneet mukana näihin päiviin saakka (ks. Røpke 2004, 2005, Spash 1999).

## 4 Nicholas Georgescu-Roegenin elämä ja vaikutteet

Georgescu-Roegenin pitkä ja vaiherikas elämä altisti hänet monenlaisille vaikutteille, jotka näkyvät hänen tuotannossaan. Alle koostamani suppea elämäkerrallinen katsaus tuo esiin kohtaamisia ja tapahtumia, jotka ovat vaikuttaneet hänen ajatteluunsa, ja pyrin

parhaani mukaan tuomaan esiin näitä vaikutteita lähdetekstien valossa. On kuitenkin huomattava tämän tarkastelun väistämätön rajallisuus. Vaikkapa Karl Marxin ja Alfred Lotkan kaltaiset kirjoittajat ovat kaikesta päätelleen vieneet Georgescu-Roegenin omaa ajattelua eteenpäin ilman, että seuraavista kappaleista olisi nähtävissä kovinkaan helposti, miksi ja miten hän heidän tuotantoonsa päätyi tutustumaan.

Vaikutteet tietenkin muovautuivat ajatteluksi ja elämäntyöksi vasta Georgescu-Roegenin mielessä, jonka työskentelyä määräsi myös hänen persoonansa. Seuraavien kappaleiden lomassa tuon esiin myös hänen luonteenpiirteitään sellaisina, kuin ne minulle yhtäältä lähdeteksteissä, toisaalta hänen omissa kirjoituksissaan ilmenevät.

Seuraava katsaus on lähinnä valikoiva tiivistelmä Bonaiutin (2011) osin elämäkerrallisesta tekstistä, ja luettavuuden nimissä jätän merkitsemättä viitteet siihen. Muut lähdeviitteet merkitsen normaalisti.

### *Lapsuus ja nuoruus Romaniassa*

Nicolae St. Georgescu (joka myöhemmin vaihtoi nimensä Nicholas Georgescu-Roegeniksi) syntyi romanialaisessa Constantan 25 000 asukkaan satamakaupungissa 4. helmikuuta 1906. Hänen perheensä oli vähävarainen ja kuudesta lapsesta kolme osasi lukea (Mayumi & Gowdy 1999). Hänen äitinsä opetti ompelua, ja hänen isänsä oli armeijassa kapteenina, kunnes joutui jättämään tehtävänsä Nicolaen ollessa lapsi. Tämän jälkeen isä keskittyi opettamaan lapsiaan kotona, mutta menehtyi vain muutamaa vuotta myöhemmin. Nicolaen matemaattiset kyvyt huomattiin koulussa ja hän sai niiden osalta kannustusta opettajiltaan. Hän joutui lapsena kokemaan ensimmäisen maailmansodan kauhut ja tekemään pieniä hanttihommia, ja sodan jälkeen hän jatkoi bukarestilaiseen lyseoon stipendin turvin.

Lyseo oli ankara sisäoppilaitos, jossa ei ollut juuri muuta tekemistä kuin opiskelu. Opetus oli kuitenkin tasokasta: monet opettajista olivat tohtoreita, ja useista tuli myöhemmin tunnettuja professoreita (Mayumi & Gowdy 1999). Valmistuttuaan lyseosta vuonna 1923 Georgescu-Roegen (jota nimeä hän tietävästi tässä vaiheessa jo käytti) sai vähävaraisille tarkoitetun stipendin, jonka avulla hän pääsi Bukarestin yliopistoon opiskelemaan matematiikkaa.

Yliopisto-opintojen ohessa hän teki sivutoimisia opettajan töitä ja tapasi opintojensa parissa tulevan vaimonsa Otilia Busviocin, joka myöskin opiskeli matematiikkaa. Bukarestissa opettanut matemaatikko Traian Lalescu kannusti häntä opiskelemaan tilastotiedettä, sillä tilastotieteellisen osaamisen ja aineiston puute vaikeutti Romanian kansantalouden hallitsemista (Mayumi & Gowdy 1999). Georgescu-Roegen otti neuvosta vaarin ja lähti jälleen saamansa stipendin turvin Pariisin Sorbonneen jatko-opiskelemaan tilastotiedettä valmistuttuaan Bukarestista 1926 (emt.).

### *Pariisin ja Lontoon kautta Yhdysvaltoihin*

Pariisissa hän kiinnostui filosofiasta – erityisesti tieteenfilosofiasta – ja opiskeli sitä omatoimisesti paljon. Myös hänen ensikosketuksensa termodynamiikkaan tapahtui Pariisissa tilastollisen mekaniikan kursseilla. Opiskeluajat eivät olleet ulkomaalaiselle,

vähävaraiselle opiskelijalle helpot, eikä Georgescu-Roegen ollut sosiaalisesti kovinkaan taitava. Hän keskittyi sitäkin enemmän opintoihinsa, sai niistä paljon irti ja halusi lähteä Lontooseen jatkamaan tilastotieteellisiä tutkimuksia tilastotieteilijä Karl Pearsonin alaisuudessa. Pariisissa hän kävi myös joitakin taloustieteilijöiden pitämiä kursseja (Mayumi & Gowdy 1999), mikä kenties herätti hänessä alustavan kiinnostuksen soveltaa tilastotiedettä taloustieteeseen. Tässä vaiheessa Georgescu-Roegen ei vielä osannut lainkaan englantia, mutta muutti englantilaisen opiskelutoverinsa vanhempien luo vuokrahuoneeseen oppiakseen kieltä. Hän väitteli syklisten prosessien tilastotieteestä vuonna 1930 ja hänen väitöskirjansa herätti suurta kiinnostusta Yhdysvaltoja myöten.

Väitöksensä jälkeen Georgescu-Roegen sai jälleen kerran stipendin (Mayumi & Gowdy 1999), jonka turvin hän pääsi lähtemään Lontooseen, maineikkaaseen University Collegeen. Lontoon hyväksyvämmässä ilmapiirissä hänen oli heti helpompi olla. Pearson, jonka ohjauksessa Georgescu-Roegen teki tutkimuksia matemaattisessa tilastotieteessä, kiinnitti paljon huomiota tieteenfilosofiaan, mikä vaikutti paljon myös Georgescu-Roegenin ajatteluun. Yhdysvaltalainen Rockefellerin säätiö, jolla oli maakohtaisia stipendejä lahjakkaille opiskelijoille ja tutkijoille, oli tähän mennessä ehtinyt kiinnostua Georgescu-Roegenin kyvyistä siinä määrin, että lähetti edustajansa henkilökohtaisesti tarjoamaan tälle stipendiä Harvardiin. Vietettyään muutaman vuoden Lontoossa tämä kuitenkin palasi vähäksi aikaa Romaniaan kirjoittamaan romaniankielisen tilastotieteen oppikirjan ja lähti Harvardiin Rockefellerin stipendillä vasta vuonna 1934.

Harvardissa Georgescu-Roegen koki karvaan pettymyksen, kun tutkimuslaitos, johon hän olisi halunnut töihin, olikin lakkautettu hänen ollessaan Romaniassa. Hän oli vähällä palata pettyneenä Romaniaan, mutta viimeisenä oljenkortenaan menikin jututtamaan Joseph Schumpeteriä, kuuluisaa taloustieteilijää, joka oli inspiroitunut hänen syklisiä prosesseja koskevista tutkimuksistaan. Schumpeter otti hänet lämpimästi vastaan, joten Georgescu-Roegen päätyi työskentelemään nimekkäiden taloustieteilijöiden kansoittamassa tutkimusryhmässä ja suuntautui voimakkaasti taloustieteeseen. Noina aikoina hän kirjoitti lyhyessä ajassa neljä merkittävää taloustieteellistä artikkelia ja ystävystyi mm. taloustieteilijä Wassily Leontiefin kanssa<sup>9</sup>. Uusklassisen taloustieteen nuorten kärkeä ajattelijoiden ympäröimänä hän oppi tuntemaan tulevan vihollisensa, mutta toisaalta hän piti myöhemminkin esimerkiksi Schumpeteriä tutkijana suuressa arvossa ja inspiroitui tämän ajatuksista paljon. Schumpeter suunnitteli myös Georgescu-Roegenin kanssa kirjoitettavaa yhteistä kirjaa ja yritti sinnikkäästi tarjota tälle pysyvämpää pestiä Harvardista, mutta hänen yllätyksekseen Georgescu-Roegen päättikin palata Romaniaan vuonna 1936.

### *Vielä kerran Romaniaan ja takaisin Yhdysvaltoihin*

Vuosikausia myöhemmin Georgescu-Roegen itsekin hämmästeli ja jopa katui päätöstään palata Romaniaan, kun Schumpeter petasi hänelle uraa yhdessä maailman parhaista yliopistoista. Isänmaallisuus ja velvollisuudentunto köyhää Romaniaa kohtaan kuitenkin vetivät Georgescu-Roegenin takaisin synnyinmaahansa kahdeksitoista vuodeksi. Näinä vuosina hän toimi aluksi virkamiestehtävissä, ja kielitaitoisena

---

9 Leontief kehitti huomattavasti panos-tuotos-matriisien menetelmää, jonka vaikutukset näkyvät Georgescu-Roegenin virta-vara-malleissa selvästi (ks. luku 5.3, teema 14).

taloustieteilijänä hänet katsottiin sopivaksi neuvottelemaan kauppasopimuksia mm. Ison-Britannian kanssa. Hän kehitti Romanian tilastotietokantoja ja osallistui suurella panoksella romaniankielisen tietosanakirjan toimittamiseen. Tänä aikana hän aktivoitui myös poliittisesti monarkistisessa Kansallis-talonpoikaisessa puolueessa (engl. *National-Peasantist Party*) ja nousi puolueessa korkeaan asemaan.

Toisen maailmansodan lopulla Neuvostoliitto miehitti Romanian, ja sodan jälkeen kommunistit alkoivat saada maassa yhä enemmän valtaa. Tämä tiesi monarkistiselle puolueaktiiville ja virkamiehelle enenevässä määrin vaikeita aikoja, ja alkuvuodesta 1948 Georgescu-Roegen pakeni maasta vaimonsa kanssa väärennetyjen henkilöpapereiden avulla. Vaikean pakomatkan aikana hän sai otettua yhteyden Leontiefiin ja Schumpeteriin, jotka varmistivat hänelle paikan Harvardissa. Kesällä 1948 Georgescu-Roegen pääsi näin takaisin Yhdysvaltoihin eikä palannut enää Eurooppaan.

Romaniassa Georgescu-Roegen ei ollut tehnyt juuri lainkaan tutkimusta, ja toisaalta Schumpeterin vaikutusvalta Harvardissa oli vähentynyt tällä välin, joten hänen mahdollisuutensa saada professuuria Harvardista vaikuttivat vähäisiltä. Näin ollen Georgescu-Roegen tarttui tilaisuuteen, kun hänelle tarjottiin professuuria Vanderbilt-yliopistossa Tennesseen Nashvillessä 1949, olkoonkin, että Vanderbilt oli maineeltaan Harvardia huomattavasti vaatimattomampi. Tässä välissä on kuitenkin syytä huomauttaa, että hänen kolmas ja viimeinen, tutkimuksellisesti vaatimaton Romanian-kautensa opetti hänelle paljon siitä, miten todellinen maailma pakenee taloustieteen teorioita. Erityisesti sodanjälkeisen Romanian epäonnistuneet talouspoliittiset voimakeinot, (ks. Mayumi & Gowdy 1999) osoittivat Georgescu-Roegenille, kuinka uusklassisista teorioista poikkeavat institutionaaliset ympäristöt tekevät teorioiden soveltamisesta hedelmätöntä, kun tarkasteltavana on väkirikas maatalousyhteiskunta. Tämä käytännön kokemus oli tärkeä ajatuksellinen herätys, mitä uusklassisen taloustieteen kritiikkiin ja instituutioiden analyysin merkitykseen tulee – molemmat olivat erittäin näkyviä teemoja hänen myöhemmässä tuotannossaan.

Bonaiuti (2011, s. 11) jakaa Georgescu-Roegenin Vanderbiltn-kauden kolmeen vaiheeseen. Vuosina 1950–1966 Georgescu-Roegen keskittyi enemmän matemaattiseen taloustieteeseen ja enenevässä määrin taloustieteen epistemologisen perustan kritiikkiin. Tänä aikana hän kiinnitti jonkin verran huomiotaan myös termodynamiikan rooliin taloudellisessa prosessissa. Uusia ja vanhoja artikkeleita kokoava teos *Analytical Economics* (1966) sai kiittelevän vastaanoton taloustieteilijöiden valtavirrassa, sillä se sisälsi pitkälti uusklassiseen paradigmaan sopivia ja vieläpä ansiokkaita artikkeleita tuotanto- ja kuluttajan valintateorioiden tiimoilta. Kirjasta löytyi myös maatalousvetoisen kansantalouden institutionaalista analyysiä, taloustieteen epistemologisen kritiikin kehittelyä ja jopa jonkinlaisia suuntaviivoja tulevalle **biotaloustieteelliselle** teorialle. Tämän kirjan julkaisun jälkeen Georgescu-Roegen alkoi siirtyä kauemmas taloustieteen valtavirrasta.

Georgescu-Roegenin tutkimusten seuraavaan vaiheeseen kuului maatalousyhteiskunnan institutionaalisen tarkastelun jatkokehittely ja uusklassisen tuontantoteorian perinpohjainen kritiikki. Ensinmainittu jätti biofyysiset tarkastelut sivuosaan, mutta laajensi valtavirran taloustieteen arvostelua kokonaisvaltaisempaan suuntaan sekä osoitti monitieteisyyden ideaalin kypsyvän Georgescu-Roegenin ajattelussa. Jälkimmäinen kritiikki liittyi ennen kaikkea luonnonvarojen ja tuotannon biofyysisten

reunaehtojen rooliin. 1960-luvun loppupuolella hän hyökkäsi voimakkaasti merkittävien uusklassisten taloustieteilijöiden, Robert Solow'n ja Joseph E. Stiglitzin puolustamaa näkökulmaa vastaan, jossa luonnonvaroja voitiin suoraviivaisesti korvata pääomaa ja työvoimaa lisäämällä.

Entropia astui tänä aikana voimakkaammin esiin hänen kirjoituksissaan, ja tämä kehitys huipentui 1970-luvun alussa ensin luentoon *The Entropy Law and the Economic Problem* (Georgescu-Roegen 1970) ja pian sen jälkeen hänen pääteokseensa *The Entropy Law and the Economic Process* (Georgescu-Roegen 1971). Tämä merkitsi myös hänen Vanderbiltn-kautensa kolmannen ja viimeisen vaiheen alkua. Monografia kokosi yhteen jotakuinkin kaiken hänen kritiikkinsä valtavirran taloustiedettä kohtaan, ja vaikka sen saamista harvoista arvioista suuri osa oli ylistäviä, voidaan yleisesti ottaen sanoa taloustieteen valtavirran reagoineen siihen vaikenemalla (ks. esim. Georgescu-Roegen 1989). Tähän varmasti vaikutti myös kirjan käsitteellinen ja filosofinen korkealentoisuus sekä runsaat viittaukset taloustieteen ulkopuolelle: fysiikan, metafysiikan, tieteenfilosofian, logiikan, biologian ja monien muiden taloustieteestä katsottuna etäisten tieteiden kentille (ks. esim. Røpke 2004). Oletettavasti harvan erikoistuneen taloustieteilijän rahkeet riittävät kaikkien näiden ajatuksellisten polkujen kriittiseen arviointiin, etenkin kun uusklassisella taloustieteellä on tyypillisesti tapana kuitata ei-taloustieteelliset tarkastelut epäolennaisiksi (ks. esim. Spash 1999). *The Entropy Law and the Economic Process* (Georgescu-Roegen 1971), kuten hänen myöhäinen tuotantonsa yleensäkin, osoittaa häkellyttävän laajaa lukeneisuutta sekä perusteellista ja yksityiskohtaistakin perehtymistä useisiin tieteenaloihin – Inge Røpken (2005) Georgescu-Roegenille antama renessanssi-ihmisen titteli ei ole täten tuulesta temmattu.

Pääteoksensa jälkeen Georgescu-Roegen keskittyi pääasiassa biotaloustieteellisen teoriansa kehittelyyn ja popularisointiin. Oman tutkimukseni keskeinen sisällöllinen aineisto edustaa juuri tätä viimeistä vaihetta Georgescu-Roegenin tuotannossa. Näinä vuosina hän kokosi, sovelsi, uudelleenmuotoili ja kehitteli aiempia ajatuksiaan monin tavoin sekä osallistui omalta osaltaan akateemiseen ja yhteiskunnalliseen dialogiin. Aineiston perusteella dialogi tosin näyttäytyy ennen kaikkea kärkevänä (mutta usein kaunopuheisena) kritiikkinä, jota Georgescu-Roegen epäröimättä osoitti jotakuinkin joka suuntaan taloustieteen kentälle. Hänen tinkimätön suhtautumisensa elämäntyönsä tutkimuskohteeseen sai seuraa katkeruudesta, joka vaivasi vanhenevaa oman tiensä kulkijaa hänen elämänsä loppuun asti. Toisaalta hän hahmotteli näinä vuosina myös ns. bioekonomista vähimmäisohjelmaansa<sup>10</sup> sekä siihen kytkeytyviä moraalisia ja yhteiskunnallisia manifestejään, vaikkei varsinaisesti yrittänytkaan synnyttää niiden ympärille mitään poliittista liikettä.

1980-luvun lopulla, kun ekologisen taloustieteen koulukunta institutionalisoitui oman tieteellisen seuran ja julkaisun muodossa, avautui uusi ja näkyvämpi tila käsitellä Georgescu-Roegeninkin teesejä. Hän itse ei tosin suostunut liittymään julkaisun toimituskuntaan, ja muutenkin piti koko ekologista taloustiedettä lähinnä haitallisena hölynpölynä, joka astui kestävän kehityksen ansalankaan. Hänen tuotantoaan käsittelevän vilkkaamman keskustelun käynnistyessä parikymmentä vuotta myöhemmin Georgescu-Roegen ei bibliografiansa (Bonaiuti, toim. 2011) perusteella näytä olleen kovin kiinnostunut sitä julkisesti käymään, vaikka jatkoikin kirjoittamista elämänsä loppuun asti. Hän kuoli kotonaan Nashvillessä 30. lokakuuta 1994.

---

10 Bioekonomisesta vähimmäisohjelmasta lisää luvussa 5.5 (teema 24).



## 5 Georgescu-Roegenin avainajatuksukset

Tässä luvussa käsittelen Georgescu-Roegenin keskeiset ajatukset uuden taloustieteen ja ihmistoiminnan taloudellisen perustan hahmottelussa sellaisina, kuin ne minulle aineistossani ilmenevät. Hänen ajattelunsa laaja-alaisuus asetti omat haasteensa tutkimukselle, ja keskeisiä väittämiä tai positioita, ts. avainajatuksia, poimin teksteistä lopulta noin 80 kappaletta. Olen jäsennellyt ne 24 *teeman* alle, ja nämä teemat puolestaan viiden *kattoteeman* alle. En ole katsonut tarpeelliseksi listata tai numeroida yksittäisiä väittämiä, vaan luettavuuden nimissä valitsin mieluummin ehyemmän tekstin muodon.

Kolmeksi sisällölliseksi kattoteemaksi valikoituivat lopulta entropia ja luonnontieteet, ihmiskunnan kohtalo ja tulevaisuus sekä varsinainen taloustiede. Viimeksimainitulle oli vaikeinta kehittää kovin selkeitä raameja, sillä Georgescu-Roegenin näkemys taloustieteelle sopivista rajoista poikkeavat huomattavasti tavallisemmasta, kapeasta talouskäsitteestä. Näiden kolmen kattoteeman voi katsoa käsittelevän Georgescu-Roegenin lähestymistapaa ja aineistoni taustalla olevan "maailmankuvan" rakennuspalikoita.

Kolmen sisällöllisen kattoteeman lisäksi katsoin parhaaksi tyyppitellä osan sisällöistä myös niiden muodon mukaan, kritiikkeihin ja ratkaisuihin. Ensimmäinen käsittelee nimenomaan Georgescu-Roegenin muihin kohdistamaa kritiikkiä (ei päinvastoin). Viimeinen alaluku koskee hänen suosituksiaan, eräänlaisia paremman maailman reseptejä, joiden kohteet vaihtelevat kulutuksesta taloustieteen käytäntöihin ja yksilön etiikasta maailmanpolitiikkaan. Näitä kahta "muodollista" kattoteemaa voikin pitää hänen ajatustensa normatiivisempänä osana. On hyvä pitää mielessä, että kattoteemat voivat olla osin päällekkäisiäkin, joten monet avainajatuksukset tulevat esiin useamman kattoteeman alla.

Pelkän uudelleenjärjestelyn lisäksi olen tulkinnut Georgescu-Roegenin ajatuksia jonkin verran tässä vaiheessa. Erityisesti kohdat, joissa käsittelen entropiaa ja hänen biotaloustieteellisen ajattelunsa suhdetta vakaan tilan talouteen, ovat vaatineet jonkin verran avaamista, ja toisaalta sisältävät enemmän omaa ajatteluaani. Pyrin tekstissä pitämään omat ajatukseni selkeästi erotettavissa Georgescu-Roegenin ajatuksista.

### 5.1 Entropia ja luonnontieteet

Georgescu-Roegenille luonnontieteet ja erityisesti klassinen termodynamiikka olivat kivijalka, jolle taloudellisen prosessin tarkastelu tuli rakentaa. Hänen ajatteluaan ei voi ymmärtää kovin pitkälle perehtymättä ainakin jollakin tasolla termodynamiikan perusajatuksiin, sillä hän kytki niihin voimakkaasti käsityksensä paitsi taloudellisesta prosessista, myös ihmiskunnan olemassaolon ja yleensäkin elämäksi kutsumamme biologisen ilmiön perustasta. Seuraavassa käyn ensin läpi joitakin termodynaamisia perusasioita – vain siinä määrin kuin on tarpeellista – ja sen jälkeen eräitä Georgescu-Roegenin päätelmiä niistä (teemat 1 ja 2). Tämä kattoteema pysyttelee pitkälti luonnontieteiden piirissä: termodynaamisen tarkastelun johtopäätöksiä muilla aloilla käsitellään seuraavissa kattoteemoissa.

## Termodynaamiset systeemit

Termodynamiikka on fysiikan osa-alue, joka käsittelee erilaisia lämmön ja energian tasapainotiloihin liittyviä ilmiöitä. Fyysikot Ismo Napari ja Hanna Vehkamäki (2013, s. 2) määrittelevät termodynamiikan tyypillisen tarkasteluyksikön, *termodynaamisen systeemin* (tämän tutkimuksen kannalta olennaisilta osin) seuraavasti:

"*Systeemi* eli järjestelmä on tarkasteltavaksi valittu fysikaalinen kokonaisuus. Systeemin ulkopuolelle jää *ympäristö*. Vuorovaikutus ympäristön kanssa määrää systeemin luonteen:

- *Avoin systeemi* vaihtaa ympäristön kanssa sekä lämpöä että ainetta.
- *Suljettu systeemi* on lämmönvaihdossa ympäristön kanssa, mutta systeemin hiukkasmäärä pysyy vakiona.

[...]

- *Eristetyn systeemin* ja ympäristön välillä ei esiinny minkäänlaista energian eikä hiukkasten vaihtoa."

Tämä määrittelyvaihe on erittäin tärkeä, sillä termodynaamisten systeemien luokittelu aiheuttaa usein hämmennystä ja väärinkäsityksiä. Epäilen sen johtuvan osaltaan käsitteiden nimistä, jotka eivät kaikissa tilanteissa noudattele etenkin asiaan vihiytmättömän intuitiota. Erityisesti suljetun systeemin käsite voisi ensiarvaamalta viitata siihen, mitä eristetyllä systeemillä tarkoitetaan. Itse asiassa Georgescu-Roegen itsekin sortuu näiden kahden käsitteen sekoittamiseen<sup>11</sup>. Joissakin yhteyksissä (Georgescu-Roegen 1977) hän käyttää oikeaa termodynaamista määritelmää, ja toisissa (Georgescu-Roegen 1971, luku 10.1; 1972, luku 2, erit. alaviite 8) niistä poikkeavia, virheellisiä määritelmiä. Välillä hän käyttää myös käsitettä "avoin systeemi vain energian suhteen" (Georgescu-Roegen 1972, luku 4). Tässä tutkimuksessa käytän korrekkeja termodynaamisia käsitteitä ja pyrin parhaani mukaan tulkitsemaan Georgescu-Roegenin ajatuksia suhteessa niihin sekaannuksesta huolimatta.

Systeemien huolellinen erotteleminen toisistaan on erityisen tärkeää myös siksi, että niiden onnistunut tai epäonnistunut rajaaminen on merkittävä kiistojen lähde. Paitsi valtavirtaloustieteilijöitä, Georgescu-Roegen (1977) syytti myös esimerkiksi vakaan tilan talouden kannattajia termodynaamisen systeemin rajojen tai luonteen virheellisestä hahmottamisesta. Kolmas syy korostaa huolellisuutta tässä on systeemien erilainen käyttäytyminen ja erityisesti termodynamiikan pääsääntöjen eri muotoilujen erilaiset sovellusalat.

Riippumatta käsitteiden huolimattomasta käytöstä Georgescu-Roegenille (esim. 1972, luku 4) on selvästi tärkeä lähtökohta, että maapalloa käsitellään nimenomaan suljettuna systeeminä. Teknisesti ottaen maa on avoin systeemi, mutta hän aivan perustellusti pitää meteoriittien ja vastaavien ilmiöiden aineellista roolia tältä osin niin marginaalisena,

---

11 Bonaiuti (2011), joka käsittelee termodynaamisia systeemejä ja Georgescu-Roegenin käsitystä niistä kriittisesti, ei tunnu huomaavan tätä, vaikka hänen toimittamaan teoksessa esiintyy käsitteiden sekä täsmällistä että virheellistä käyttöä. On myös syytä huomata, että Georgescu-Roegen itsekin tiedosti näiden käsitteiden sekoittamisen vaaran (ks. Georgescu-Roegen 1979a, luku 3, erit. alaviite 10).

ettei se ole "ihmiskunnan entrooppisen ongelman" kannalta mitenkään olennaista. Vastaavasti taloudellista prosessia tulee ajatella avoimena systeeminä, sillä se on mitä suurimmassa määrin riippuvainen aineen ja energian virroista prosessin sisään ja siitä ulos. Georgescu-Roegenin käsityksiä taloudellisen prosessin materiaalisesta luonteesta käsittelemisen lisää luvussa 5.3 (teema 12).

### *Entropian laki*

Termodynamiikan pääsäännöt ovat kokoelma hyvin keskeisiä, tietyssä mielessä perustavanlaatuisia fysiikan tuloksia, joilla on kauaskantoisia seurauksia sekä luonnontieteiden piirissä että sen ulkopuolella. Esimerkiksi modernin tieteen käsitys ajan täsmällisestä luonteesta perustuu merkittävältä osin termodynamiikan toiseen pääsääntöön, millä on tärkeitä filosofisia seurauksia mielenfilosofian ja metafysiikan saralla. Georgescu-Roegenille, kuten pienelle, mutta kirjavalle joukolle hänen edeltäjiäänkin, juuri klassinen termodynamiikka oli perusta, jolle oli mielekästä lähteä rakentamaan kokonaisvaltaista taloudellista analyysiä. Yhtä lailla voisi ajatella, että liikkeelle voisi lähteä gravitaation tai sähkömagnetismin peruselementeistä, sillä molemmat sanelevat reunaehdonsa kaikille luonnollisille prosesseille, mutta Georgescu-Roegenille (esim. 1972, luku 3) termodynamiikka oli jo Nicolas Sadi Carnot'n ajoista asti ollut "taloudellisen arvon fysiikkaa" ja entropian laki "kaikista fysiikan laeista taloudellisin". Seuraavassa en esittele termodynamiikan pääsääntöjä kokonaisuudessaan, vaan vain ensimmäisen ja toisen – nekin yksinkertaistaen – sekä eräitä termodynaamisia käsitteitä. Pyrin pitämään kappaleen yhtäältä yleistajuisena ja toisaalta mahdollisimman tiiviinä<sup>12</sup>.

Termodynamiikan ensimmäinen pääsääntö on eräs *energian säilymislain* ilmenemismuoto (Mansfield & O'Sullivan 1999, s. 274; Napari & Vehkamäki 2013, s. 19). Siitä on monia samansisältöisiä muotoiluja, joista yhden mukaan energiaa ei voi syntyä eikä hävitä; se voi vain muuttaa muotoaan. Tässä on huomattava, että aine on yksi energian ilmenemismuoto, eli aine voi muuttua energiaksi tai päinvastoin ilman, että tätä lakia rikotaan. Monissa käytännön tarkasteluissa ainetta ja energiaa voidaan kuitenkin tutkia erikseen, jolloin puhutaan massan säilymislaista ja energian säilymislaista. Massan säilymislain mukaan vastaavasti ainetta ei synny eikä häviä, eli sekin voi vain muuttaa muotoaan. Olennaista on kuitenkin, että ainetta tai energiaa ei voi synnyttää tyhjästä – tämä mahdollistaisi ikiliikkujan.

Termodynamiikan toinen pääsääntö tunnetaan myös *entropian lakina*, joka siis on Georgescu-Roegenin pohdintojen keskiössä. Siitäkin on monia muotoiluja, joista varhaisimpia ja intuitiivisimpia on, että lämpö virtaa itsekseen lämpimästä kappaleesta kylmään, ei päinvastoin (ks. esim. Napari & Vehkamäki 2013, sivu 59; Mansfield & O'Sullivan 2009, s. 285–286). Toinen muotoilu on, että kaikkea lämpöä ei voida koskaan muuttaa fysikaaliseksi työksi, joskin kaikki työ voidaan muuttaa lämmöksi (ks. Napari & Vehkamäki 2013, s. 31). Kolmannen muotoilun mukaan minkä tahansa eristetyn systeemin *entropia* kasvaa (Mansfield & O'Sullivan 1999, s. 286). Vastaavasti muuntyyppisille systeemeille pätee, että systeemin ja sen ympäristön yhteenlaskettu

12 Kiinnostuneelle lukijalle suosittelen aiheesta esimerkiksi kosmologi Kari Enqvistin (2007) tai fyysikko Richard Feynmanin (1999 [1965]) populaariteoksia tai lukiofysiikan oppikirjoja. Täsmällisempään ja matemaattisempaan perustaan perehtymisen voi aloittaa esimerkiksi Naparin ja Vehkamäen (2013) kurssimonisteesta, joka on kirjoitushetkellä vapaasti saatavilla Internetissä, mutta sen sisäistäminen edellyttää differentiaalilaskennan perusteiden hallitsemista.

*kokonaisentropia* kasvaa (emt., s. 286) – maailmankaikkeutta voidaan tässä mielessä ajatella eristettynä systeeminä, jonka sisällä on avoimia ja suljettuja systeemejä.

Entropia on varsin abstrakti käsite, josta ei ole aivan helppo saada kiinni – Georgescu-Roegen (1972, luku 2) viittaa fyysikko Dirk ter Haarin (1959) huomautukseen, että se tuottaa fyysikoille itselleenkin vaikeuksia. Yksi selkeäpuoleinen tapa hahmottaa entropian luonnetta on ajatella sitä epäjärjestyksen mittana. Tätä voidaan lähestyä lämpötilaerojen kautta: Tarkastellaan kuumalla vedellä täytettyä, hyvin eristettyä säiliötä (ts. likimain eristettyä systeemiä), johon tiputetaan jääpala. Voidaan ajatella, että koska kuumat ja kylmät asiat ovat siististi erikseen, systeemissä vallitsee verrattain suuri järjestys, eli sen entropia on pieni. Kun jääpala auttamattomasti sulaa ja lämpötilaerot alkavat tasoittua, tämä järjestys purkautuu ja lämpö jakautuu sekasortoisesti pitkin poikin säiliötä. Lopulta koko säiliö on täynnä likimain samanlämpöistä vettä, jota voidaan pitää matalan järjestyksen eli korkean entropian tilana. Edellä kolmantena mainitun entropian lain muotoilun mukaan tämä entropia siis kasvaa omia aikojaan sitä mukaa kuin lämpötilaerot itsekseen tasoittuvat. Tästä käytetään myös nimitystä *energian huononeminen*, joka kuvastaa sen spontaania "kulumista" käyttökelvottomaan muotoon. Neljäs ekvivalentti muotoilu laille kuuluu, että kaikki asiat ajautuvat fysikaalisessa mielessä ajan mittaan järjestyksestä kaaokseen (ks. esim. Mansfield & O'Sullivan 1999, s. 290).

Vaikka aihe on liian laaja tässä käsiteltäväksi, on hyvä panna merkille, että entropian käsitteessä vaikuttaisi olevan eräänlainen inhimillinen aspekti. Se, onko jokin energia "käyttökelpoisessa" vai "käyttökelvottomassa" muodossa sisältää ajatuksen sen saavutettavuudesta ihmiselle, mikä tuntuu viittaavan saatavilla olevan energiatekniikan soveltuvuuteen. Ainakin Georgescu-Roegen (esim. 1972, luku 2) itse puhui "saatavilla" tai "saavuttamattomissa" olevasta energiasta (ks. luku 5.2, teema 5) suhteessa entropiaan ja piti sitä nimenomaan ihmislähtöisenä käsitteenä. Toisaalta tarkasteltavan systeemin rajat ovat aina mielivaltaiset, ja vaikuttaisi siltä, että rajaamalla systeemi uudestaan voidaan saada paitsi sen entropia, myös sen käyttökelpoisuus näyttämään aivan erilaiselta. Entropian mahdollista subjektiivista aspektia en kuitenkaan käsittele tässä tutkielmassa tämän enempää.

Tässä vaiheessa on myöskin syytä huomauttaa, että Georgescu-Roegen piti arvossa nimenomaan klassisen termodynamiikan makroskooppista lähestymistapaa, jota edellä kuvattu säiliöesimerkki edustaa. Termodynamiikan lait voidaan muotoilla myös aineen mikroskooppisen rakenteen ja tilastollisen mekaniikan kautta (ks. esim. Napari & Vehkamäki 2013, sivu 1) – viime kädessä muotoilut antavat makroskooppisille systeemeille samoja tuloksia. Georgescu-Roegen hyökkäsi voimakkaasti ja hyvin yksityiskohtaisesti tilastollisen mekaniikan lähestymistapaa vastaan (ks. esim. Georgescu-Roegen 1971, luku 6), mitä on puolestaan myöhemmin kritisoitu (mm. Ayres 1997, Kåberger & Månsson 2001), mutta en mene siihen kiistaan tässä tarkemmin.

Vielä yksi olennainen asia Georgescu-Roegenin ajattelun kannalta on polttoaineisiin sitoutuneeseen kemialliseen energiaan liittyvä entropia. Polttoaineet edustavat matalaa entropiaa, sillä niitä voidaan hyödyntää: palamistuotteet ja hukkalämpö taas korkeaa entropiaa<sup>13</sup>. Esimerkiksi kivihiiiltä voi polttaa, jolloin siinä piilevä käyttökelpoinen

13 Georgescu-Roegen (1972, luku 2) esittää entropian "jossakin tietyssä termodynaamisessa systeemissä sen tietyssä kehitysvaiheessa saavuttamattomissa olevan energian indeksinä". Siis mitä suurempi entropia systeemissä vallitsee, sitä enemmän sen sisältämää energiaa on meille saavuttamattomassa

energia vapautuu hyödynnettäväksi lämmöksi, mutta tätä prosessia ei voi ajaa sellaisenaan takaperin. Keskeistä on ymmärtää *reversibiliteetin* ja *irreversibiliteetin* käsitteet: hiilen polttaminen voi toimia "vain yhteen suuntaan", polttamattomasta hiilestä palokaasuihin ja tuhkaan, eli se on irreversiibeli prosessi. Reversiibelit prosessit ovat termodynamiikassa tärkeä teoreettinen työkalu, mutta luonnolliset prosessit ovat aina irreversiibeileitä (Napari & Vehkamäki 2013, sivu 45). Reversiibelit prosessit eivät kasvata kokonaisentropiaa vaan pitävät sen samana, mutta irreversiibelit väistämättä kasvattavat entropiaa.

## Teema 1: Entropia ja elämä

Monenlaiset prosessit kuitenkin tuottavat matalan entropian asioita: kivihiilikin on syntynyt aivan "luonnollisesti", vaikka irreversiibeileiden prosessien piti vain kasvattaa entropiaa. Tämä ei kuitenkaan riko entropian lakia, sillä avoimen tai suljetun systeemin sisällä kaaoksesta voi syntyä järjestystä, kunhan systeemin ja ympäristön yhteenlaskettu kokonaisentropia kasvaa. Toisin sanoen järjestystä voidaan luoda yhdessä paikassa, kunhan kaaos muualla kasvaa. Lisäksi ympäristön entropian kasvun on oltava suurempi kuin systeemin entropian pieneneminen. Näin ollen siis palamistuotteiden ja lämmön muuttaminen takaisin kivihiileksi vaatisi väistämättä enemmän – jopa huomattavan paljon enemmän – matalan entropian "kulutusta" kuin mitä itse kivihiili mahdollistaa. Vastaavasti esimerkiksi korkean entropian kultaesiintymästä voidaan teollisesti valmistaa matalan entropian kultaharkkoja, mutta prosessi kuluttaa paljon muita matalan entropian resursseja, ja kokonaisentropia väistämättä kasvaa.

Monet taloudelliset ja biologiset prosessit toimivat juuri näin: ne ammentavat ympäristön matalaa entropiaa, luovat paikallisesti järjestyneitä rakenteita ja luovuttavat korkean entropian ylijäämän takaisin ympäristöön. Georgescu-Roegenin (ks. esim. 1970, luku 4) eräs teesi on, että taloudellinen toiminta on *fysikaalisesti ottaen* juuri tätä<sup>14</sup>. Matalan entropian resurssien tarvetta hän kutsui "ihmiskunnan entrooppiseksi ongelmaksi", ja sillä on merkittäviä seurauksia paitsi taloudellisen prosessin ja arvonmuodostuksen ymmärtämisen, myös ihmislajin säilymisen ja elämän suojelun kannalta. Näihin pohdintoihin palaan myöhemmissä alaluvuissa.

Itse asiassa Georgescu-Roegen (1972, luku 3) katsoi *elämän yleensäkin* olevan fysikaaliselta luonteeltaan viime kädessä samanmuotoista matalan entropian hyödyntämistä. Hänen karkeassa jaottelussaan kasvit (tuottajat) ikään kuin hidastavat auringon säteilyä ilmenevän matalan entropian väistämätöntä huononemista korkeaksi, kun taas eläimet (kuluttajat) vauhdittavat sitä. Tämä ajatus on esiintynyt ennen häntä jo 1900-luvun alkupuolella ainakin kemisti Frederick Soddylla, joka kutsuikin tällä perusteella kasveja "alkuperäisiksi kapitalisteiksi" (Cleveland 1999).

---

muodossa. On huomattava, ettei Georgescu-Roegen väitä tässä yhteydessä selittävänsä termiä tyhjentävästi, vaan vain kyseisen artikkelinsa välittömään tarpeeseen – perusteellisemmän käsittelyn aihe saa hänen pääteoksessaan (Georgescu-Roegen 1971, ks. esim. johdanto ja luku 6.1.).

14 Tämä sisältää Georgescu-Roegenin katsantokannassa sekä energettisen että aineellisen puolen: polttoaineet, hukkalämmön, raaka-aineet ja jätteet. Fysikaalinen aspekti ei kuitenkaan missään tapauksessa ole Georgescu-Roegenille "koko totuus" taloudellisesta prosessista.

## Teema 2: Termodynamiikan "neljäs pääsääntö"

Georgescu-Roegenin tuotannon yksi keskeisimpiä ja kiistanalaisimpia ajatuskulkuja koskee aineen ja entropian suhdetta. Entropian lain mukaan irreversiibelit muutokset – siis todellisen maailman ilmiöt – väistämättä kasvattavat entropiaa (Napari & Vehkamäki 2013, sivu 45). Näin ollen kaikessa työssä, kaikissa prosesseissa, syntyy väistämättä hukkalämpöä, joka on energian huononemisen ilmentymä. Näille energian hukkavirroille on nähtävissä vastineensa myös aineen maailmassa: aineen huononemista ilmentää esimerkiksi kitkan aiheuttama kuluminen, joka hiljalleen hajauttaa järjestäytyntä ainetta laajalle leviäväksi palasiksi ja hiukkasiksi. Tätä ilmiötä ei tosimaailmassa pääse pakoon, vaan kaikki prosessit väistämättä kuluttavat niihin osallistuvia aineellisia rakenteita. Ilmiölle ei kuitenkaan ole olemassa vastaavaa fysikaalista peruslakia samassa mielessä kuin entropialle, vaikka se tosimaailman prosesseja ja erityisesti teollista yhteiskuntaa tarkastellessa voidaankin ottaa lähtökohdaksi (ks. esim. Bonaiuti 2011, s. 32, Cleveland 1999).

Tähän kytkeytyy suurin Georgescu-Roegenin työtä koskeva polemiikki. Jos tulkitsemme oikein, hän oli ainakin vielä vuonna 1972 siinä käsityksessä, että juuri entropian laista seuraa myös aineen, ei vain energian, väistämätön hajaantuminen pois järjestäytyneistä rakenteista (Georgescu-Roegen 1972, luku 2). Myöhemmin hän totesi päinvastoin, ettei se johdukaan entropian laista, vaikka ilmiö olikin hänen mielestään edelleen väistämätön (1979a, luku 3, erit. alaviite 10). Tultuaan tietoiseksi erehdyksestään hän muotoili ajatuksen ympärille uuden termodynaamisen pääsäännön (ks. erit. Georgescu-Roegen 1977), joka sekin oli virheellinen. Georgescu-Roegenin haparointi entropian lain aineellisen ulottuvuuden ja termodynaamisten systeemien kuvaamiseen käytettyjen käsitteiden kanssa aiheuttivat myöhemmin paljon sekaannusta ja akateemista kiistelyä (ks. esim. Ayres 1997; Bonaiuti 2011, s. 28–29, 37–39; Cleveland & Ruth 1997; Kåberger & Månsson 2001).

Georgescu-Roegen siis piti aineen huononemisen vääjämättömyyttä niin merkittävänä asiana, että nimesi sen omatoimisesti "termodynamiikan neljänneksi pääsäännöksi" (Georgescu-Roegen 1977, erit. luvut 3–5). Tässä artikkelissa sen muotoilu kuuluu, että suljetussa systeemissä *aineellisen entropian* on lopulta saavutettava maksiminsa. Tätä "aineellista entropiaa", joka ei siis ole vakiintunut fysikaalinen termi, hän ei määrittele artikkelissaan. Georgescu-Roegenin tuloksessa ei siis suinkaan ole kysymys pääsäännöstä, sillä sen muoto ei ole fysiikan lain muoto, ja sen fysikaalinen pohja on muutenkin vähintäänkin epämääräinen (ks. esim. Cleveland & Ruth 1997). Kuten todettua, aineen huononeminen on kuitenkin todellisessa taloudellisessa prosessissa kaikkialla läsnä, ja makroskooppisen tarkastelun kannalta on vähemmän olennaista, perustuuko se suoraan termodynamiikan lakeihin vai johonkin muuhun.

Aineen huononeminen oli yksi Georgescu-Roegenin muotoilema argumentti aineen täydellisen kierrättämisen mahdollisuutta vastaan, joka oli hänen tuotannossaan niin ikään hyvin keskeinen tulos<sup>15</sup>. Tälle mahdollisuudelle hänellä oli monia muitakin perusteluja, kuten teoreettisen fysiikan uranuurtajan Max Planckin ajatukset seoksen täydellisen puhtauden mahdollisuudesta (ks. Georgescu-Roegen 1979a, luvut 3 ja 4). Ajatus täydellisen kierrätyksen lähtökohtaisesta mahdollisuudesta toimi puolestaan argumenttina paitsi erilaisia teknokraattisia visioita, myös vakaan tilan talouden

---

15 Täydellisen kierrätyksen fundamentaalinen mahdollisuus oli myös hyvin kiistanalainen tulos, ks. esim. Ayres (1997), Cleveland & Ruth (1997), Kåberger & Månsson (2001).

kestävyyttä vastaan (Georgescu-Roegen 1977).

Aineen ja entropian suhdetta käsittelee vielä Georgescu-Roegenin (1970, luku 3) huomio, että kaikki käyttökelpoinen energia väistämättä huononee käyttökelvottomaksi, *oli se missä muodossa tahansa*. Esimerkkinä tästä hän esittää, että kivihiilen sisältämä käyttökelpoinen energia huononee itsekseen ajan mittaan, kaivoimme sen sitten maasta ylös tai jätimme sinne. Tämä yleistys tuntuu liioitellulta fysiikan lakien valossa, ellei puhuta todella, todella pitkistä ajoista, joiden rinnalla ihmiskunnan taloudellisen toiminnan historia kutistuu silmänräpäykseksi<sup>16</sup>. Tämä nimenomainen ajatus on kuitenkin pikemmin sivuhuomion roolissa hänen tuotannossaan, enkä ruodi sitä tässä enempää.

## 5.2 Ihmiskunnan historia ja kohtalo

Georgescu-Roegenille talous oli ehdottomasti historiallinen ilmiö, eikä sitä voinut ymmärtää syvällisesti tarkastelematta ihmiskunnan historiaa laajemmin. Hän kehitti kirjoituksissaan monenlaisia ajatuksia liittyen ihmislajin kehitykseen, paikkaan luonnossa ja erityisesti teknologiseen muutokseen. Vastaavasti hän maalaili ihmiskunnalle pessimistisiä tulevaisuudenkuvia ja monenlaisia suosituksia näiden välttämiseksi. Tässä alaluvussa tarkastelen hänen näkemyksiään ihmiskunnan taipaleesta tällä planeetalla ihmisen biologisista juurista (teema 3) ja työkalujen kehittymisestä (teema 4) energiatekniikan (teemat 5 ja 6) kautta aina hänen synkkiin tulevaisuudennäkymiinsä (teema 7).

### Teema 3: Ihmisen asema luonnossa

Georgescu-Roegenin kuva ihmisen asemasta osana luonnon kokonaisuutta oli koruton ja biologispainotteinen. Lajina muiden joukossa ihmisen elämä oli loputonta kamppailua olosuhteita vastaan vailla "pelastusta", jota kuitenkin sieltä täältä yritetään lupailla (Georgescu-Roegen 1972, luku 8). Vaikka ihminen oli oppinut käyttämään työkaluja ja hallitsemaan luonnonvoimia ennennäkemättömällä tavalla, se ei päässyt pakoon resurssien niukkuuden ja ekosysteemin kantokyvyn kaltaisia rajoitteita.

Ihmisen luonnonkesytys oli hänelle matalan entropian hyödyntämisen historiaa (Georgescu-Roegen 1970, luku 4), mikä on linjassa hänen elämää koskevan näkemyksensä kanssa, jonka esittelin edellä. Esimerkiksi maan kantokyky oli asia, joka hänen katsannossaan riippui olennaisesti auringon matalaa entropiaa hyödyntävien kasvien jakautumisesta maapallolla, ja johon ihminen oli oppinut vaikuttamaan itselleen edullisella tavalla maanviljelyn ja eläinten hyödyntämisen kautta (Georgescu-Roegen 1972, luku 10). Maan kantokyvyn rajoja ei kuitenkaan pääse pakoon, vaikka niitä sieltä täältä saakin venytettyä. Yksi kohtalokkaimmista tällaisista venytyksistä oli hänelle nk. vihreänä vallankumouksena tunnettu maanviljelyksen kehityskulku, jossa auringosta saatavaa matalan entropian *virtaa* (engl. *flow*) alettiin korvata enenevässä määrin maan

---

16 Lisäksi samassa yhteydessä hän käyttää suljetun systeemin käsitettä puhuessaan eristetyistä systeemeistä, joten on mahdollista, että hänen termodynamiikan tuntemuksensa ei yksinkertaisesti vielä ollut kypsynyt riittävästi tuohon aikaan.

povesta saatavilla fossiilisilla väkilannoitteilla, toisin sanoen ehtyvällä matalan entropian *varannolla* (engl. *stock*). Olkoonkin, että satoja saatiin parannettua ja nälkäisiä ruokittua, oli hänen mielestään selvää, että tämä ratkaisu oli vain väliaikainen ja saattoi meidät pidemmän päälle vain syvemmälle umpikujaan, josta ei enää olisi ulospääsyä muuten kuin väestön vähentämisen kautta (Georgescu-Roegen 1978, luku 8). Georgescu-Roegenille tavoiteltavan ihmispopulaation koon määräsi viime kädessä luonnonmukaisen maatalouden tuotantokapasiteetti (Georgescu-Roegen 1977).

Väestökysymyksessä tosin uhrattiin Georgescu-Roegenin mielestä turhaan aikaa ja energiaa toissijaiseen ja hedelmättömään kiistaan siitä, kumpi on tärkeämpi ongelma, väestöräjähdys vai epätasaisesti jakautunut kulutus. Hänelle nämä molemmat olivat samanarvoisia ja molempiin oli puututtava jollakin tapaa (Georgescu-Roegen 1972, luku 11; 1983a). Hän ei antanut mitään arvoa teknokraattien visioille, joissa yli 20 miljardin ihmisen väestöä voitaisiin ylläpitää miljoonia vuosia ydinvoiman ja kaivosteollisuuden yltiöpäisen laajentamisen kautta (Georgescu-Roegen 1972, luku 9).

Ihmiskunnalla oli hänen mielestään kolme matalan entropian lähde: auringon säteily, maan poveen varastoituneet energianlähteet (kuten fossiilit ja uraani) sekä maan sisuksen lämpö (Georgescu-Roegen 1972, luku 9). Näistä hän pääasiassa käsitteli kahta ensimmäistä ja katsoi niihin liittyvien epäsymmetrioiden, kuten edellä mainitsemani virran ja varannon välisen eron, määrittävän keskeisellä tavalla ihmiskunnan kohtaloa. Toinen esimerkki epäsymmetriasta on konsentraatio: siinä missä hiiltä voidaan polttaa korkeassa lämpötilassa pienessä tilassa, on auringonvalo maan pinnalla puolestaan "kuin mikroskooppinen usva" ja siten sen hyödyntäminen on luonteeltaan aivan toisenlaista (Georgescu-Roegen 1972, luku 9). Se, osattaisiinko ehtyvien luonnonvarojen petollisesta houkutuksesta päästä ajoissa irti vai ei, oli Georgescu-Roegenille ehdottomasti yksi ihmiskunnan kohtalonkysymyksistä.

#### **Teema 4: Eksosomaattinen kehitys ja yhteiskunnallinen konflikti**

Georgescu-Roegen omaksui Alfred Lotkalta hahmotustavan, jonka mukaan ihmisen eräänlainen erityislaatuisuus eläinkunnassa perustuu ennen kaikkea *eksosomaattisten työkalujen* hyödyntämiseen (Georgescu-Roegen 1978, luku 2). Eksosomaattiset tarkoittavat kehon ulkopuolisia (alun perin esimerkiksi nuija tai vasara, sittemmin junat, ydinvoimalat jne.) ja endosomaattiset kehoon kuuluvia (sormet, kynnet, leuat, sarvet jne.), synnynnäisiä apuvälineitä. Eksosomaattisia työkaluja nähdään muuallakin eläinkunnassa, mutta niiden merkitys on mitätön verrattuna ihmisen eksosomaattiseen kehitykseen (Georgescu-Roegen 1978, luku 2). Tämä on tietenkin tuonut ihmiselle huomattavasti voimaa ja valtaa<sup>17</sup>.

Georgescu-Roegen (esim. 1972, luku 9; 1978, luku 4) kuitenkin liittää nimenomaan eksosomaattiseen kehitykseen erään keskeisen ihmisyhteisöjä koskevan piirteen, jota hän kutsuu *yhteiskunnalliseksi konfliktiksi* (engl. *social conflict*). On tärkeää huomata, ettei tämä konflikti vallitse niinkään yksilöiden kuin yhteiskunnallisten ryhmien tai luokkien välillä. Konflikti perustuu eksosomaattisiin työkaluihin sikäli, että niiden myötä ihmisten synnynnäiset biologiset (eli endosomaattiset) ominaisuudet menettävät merkitystään, eivätkä ihmisen synnynnäiset ominaisuudet enää aiemmassa määrin

17 Ajatus työkalujen mullistavasta merkityksestä ihmiskunnan kehitykselle ei toki ole mitenkään uusi tai omaperäinen.



määrää hänen asemaansa yhteiskunnassa (Georgescu-Roegen 1978, luku 4).

Eksosomaattiset työkalut, kehittyessään monimutkaisemmiksi, alkoivat vaatia mutkikkaampaa ja erikoistuneempaa työnjakoa. Näin syntyi yhteiskunnallinen jako hallitseviin ja hallittuihin, johtajiin ja työläisiin sekä pidemmän päälle rikkaisiin ja köyhiin (Georgescu-Roegen 1978, luku 4)<sup>18</sup>. Ihmisten vallankäyttö kuitenkin liittyi jo kauan tätä ennen olennaisesti eksosomaattisiin työkaluihin. Sen sijaan esimerkiksi mehiläisyhteisöjen työnjako ei Georgescu-Roegenin (1978, luku 4) mukaan perustu ekso- vaan endosomaattisiin ominaisuuksiin: kuhnureilla ei ole kiinnostusta olla kuningattaria, sillä he eivät pysty tekemään kuningattaren tehtäviä ja niin edelleen.

Georgescu-Roegen (ks. esim. 1978, luku 5) katsoi yhteiskunnallisen konfliktin jatkuvan niin kauan kun meillä on tällaista edistynyttä eksosomaattista tekniikkaa – tarkemmin ottaen niin kauan kuin heimot eivät ole omavaraisia (Georgescu-Roegen 1971, luku 10.4) – mutta hän ei tunnu pitäneen ajatusta "takaisin palaamisesta" tässä mielessä kiinnostavana. Toisaalta hän ei myöskään nähnyt mitään mahdollisuutta ratkaista tätä konfliktia. Hän ei uskonut marxilaiseen ajatukseen, että tuotantovälineiden siirtyminen työväenluokan haltuun ratkaisisi luokkaristiriitaa, sillä tämä johtaisi vain toimitusjohtajien korvaamiseen kansankomissaareilla (Georgescu-Roegen 1978, luku 5). Sen enempää hän ei uskonut teknokraattien ja markkinaoptimistien haaveeseen, että teollistumisen kiihdyttäminen tai taloudellisten instituutioiden kehittäminen toisi asiaan helpotusta. Oikeastaan poliittiset vapaudet olivat hänelle ainoa helpotus, sillä ne ehkäisivät konfliktin kärjistymistä (Georgescu-Roegen 1978, luku 5). Erityisesti oli huomattava, ettei ennen kaikkea kaupankäyntiin ja hintamekanismiin nojaava valtavirran taloustiede voisi tässä asiassa auttaa – biotaloustieteestä voisi sen sijaan olla jotakin apua (Georgescu-Roegen 1978, luku 1).

## Teema 5: Energia ja energiatekniikka

Ihmiskunnan historiaan ja eksosomaattiseen evoluutioon kuuluu Georgescu-Roegenin katsannossa hyvin olennaisesti nimenomaan energiatekniikka. Teollisen vallankumouksen ja taloustieteen harhateille joutuneen kehityksen ohella juuri energiatekniikka on ollut osaltaan aiheuttamassa elämän ja erityisesti taloudellisen toiminnan entrooppisen luonteen unohdusta (Georgescu-Roegen 1970, luku 5). Ymmärtääkseen hänen energiaan, tekniikkaan ja teknologiaan liittyviä ajatuskulkujaan on lähdeittävä liitteelle eräistä hänen määrittelemistään käsitteistä. On hyvä aloittaa energioresurssien saatavuuden jaottelusta, jota hän avasi erityisesti artikkelinsa *Energy and Economic Myths* (Georgescu-Roegen 1972) luvuissa 3 ja 4. Jaottelussa ainoa ihmisille suoraan hyödyllinen energia on *saavutettavaa energiaa* (engl. *accessible energy*). Tällaista ovat esimerkiksi auringonvalo, tuuli purjeissa tai sellaiset öljylähteet, joiden hyödyntämiseen kuluu vähemmän öljyä kuin mitä niistä saadaan (noin karkeasti ottaen). Tästä seuraava kategoria on *saatavilla oleva energia* (*available energy*). Tämä vastaa energiaa, joka on olemassa olevan teknologian ulottuvilla, mutta jonka hyödyntämistehokkuus on niin matala, ettei se tuota nettona mitään käyttökelpoista. Esimerkki tästä olkoon vastaavasti sellainen liuskeöljyesiintymä, jonka hyödyntämiseen

18 Nämä kategoriat eivät ole välttämättä yhtenevät. Teknologisen kehityksen, työnjaon ja luokkayhteiskunnan synnyn välinen yhteys on sosiologiassa perinteinen tutkimuskohde, ja Georgescu-Roegenin kuvaus on osin lähellä Marxin näkemyksiä (ks. esim. Aro & Jokivuori 2010, s. 241–245).

kuluu enemmän fossiilista energiaa kuin mitä siitä saadaan käyttöön. Näiden jälkeen on vielä energia, joka *ei ole saatavilla (unavailable energy)*, johon ei uusimmallakaan teknologialla pääse käsiksi. Meren syvyyksissä sijaitseva suunnaton lämpöenergia oli Georgescu-Roegenin esimerkki tästä: vaikka laivalla voi seilata sen päällä, ei sitä kuitenkaan osata valjastaa hyödynnettävään muotoon.

Toinen tärkeä käsitteellinen jäsennys on jako *toteuttamiskelpoisiin suunnitelmiin* (engl. *feasible recipes*) ja *käyttökelpoisiin teknologioihin* (engl. *viable technologies*). Nämä käsitteet eivät esiintyneet vielä hänen pääteoksessaan (Georgescu-Roegen 1971), mutta olivat tärkeä juonne hänen myöhemmässä tuotannossaan (ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 8; 1983b). Toteuttamiskelpoinen suunnitelma on ikään kuin resepti, jonka perusteella pystyttäisiin rakentamaan jotakin energianlähdettä hyödyntävä infrastruktuuri, kuten aurinkopaneeli<sup>19</sup>. On tiedossa, miten paljon energiaa, työvoimaa, raaka-aineita ja pääomaa sen valmistamiseen tarvitaan, miten sitä käytetään sekä mitä siitä saadaan ulos. Energianlähteiden tapauksessa siitä saadaan määritelmän mukaan ulos energiaa, tässä esimerkissä sähköä. Toteuttamiskelpoinen resepti ei lupaa tämän enempää. Teknologia sen sijaan on tässä yhteydessä yhteiskunnallinen kokonaisuus, joka koostuu erilaisista tällaisista suunnitelmista, jotka on vielä toteutettu, ts. koko yhteiskunnan kaikesta teknologiasta<sup>20</sup>. Tällainen teknologia on käyttökelpoinen, jos se pystyy uusintamaan itsensä, tuottamiseensa tarvittavan pääoman ja koko yhteiskunnan populaation (ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 2; 1983b, luku 4). Kaikki teknologiat – käyttökelpoisia tai eivät – perustuvat siis toteuttamiskelpoisiin suunnitelmiin. Käyttökelpoiset teknologiat vaativat tuekseen juuri oikeanlaisia toteuttamiskelpoisia suunnitelmia.

Energian ja energiatekniikan osalta on syytä tuoda esiin myös Georgescu-Roegenin ajatuksia energianlähteiden laadun mittaamisesta. Hän suhtautui hyvin kriittisesti sekä brutto- että nettoenergiantuotannon käsitteisiin. Bruttotarkastelu on ennen kaikkea kiinnostunut energiatuotoksen kokonaismäärästä, ei niinkään energiantuotannon vaatimasta energiasta. Nettotarkastelu sen sijaan vähentää lopputuotoksesta tuotantoon käytetyn energian ja kertoo siten, kuinka paljon koko prosessissa syntyy ylijäämää. Nämä eivät kumpikaan kelvanneet Georgescu-Roegenille (ks. esim. 1979a, luku 6), vaan *kokonaissaavutettavuuden* (engl. *global accessibility*) tarkastelu, joka sisältää energian lisäksi aineen, on hänen mielestään ainoa hyödyllinen tarkastelu (Georgescu-Roegen 1977). Kokonaissaavutettavuutta ilmentävät hänen mukaansa selkeimmin virta-vara-mallit, joita hän käytti monessa yhteydessä (Georgescu-Roegen 1977). Erityisesti hän tarkastelee netto- ja bruttoenergiaa suhteessa hintamekanismiin (Georgescu-Roegen 1979a, luku 6), mutta osoittaa yhtä kaikki niiden heikkouksia, jotka kokonaissaavutettavuuden tarkastelu hänen mukaansa kiertää. Etenkin aineen jättäminen tarkastelusta sivuun on tällainen heikkous (Georgescu-Roegen 1979a, luku 7).

Tässä on vielä hyvä panna merkille, että vaikka hän piti energiaa ja ainetta taloudellisesti yhteismitattomina eli toisiinsa palautumattomina (Georgescu-Roegen 1979a, luvut 2 ja 5), hän argumentoi huomattavasti enemmän energian tasolla puhuessaan energiatekniikasta (ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 8). Aine oli

19 Tämä jaottelu pätee muuhunkin kuin energiatekniikkaan, mutta tässä tutkimuksessa käsittelen sitä ainoastaan energian kautta.

20 Tässä tutkielmassa viitataan käsitteellä käyttökelpoinen teknologia tällaiseen yhteiskunnalliseen kokonaisuuteen. Muissa yhteyksissä esiintyessään sana teknologia vastaa sanan arkikäyttöä, eli on merkitykseltään yleisempi ja epämääräisempi.

mukana tarkastelussa, mutta viime kädessä sivuosassa. Olen taipuvainen tulkitsemaan tämän niin, että hänelle riitti osoittaa aurinkoenergian kestäättömyys jo energeettisellä tasolla, ja varmasti argumentit olivat näin selkeämmin esitettävissä.

## Teema 6: Prometheus-teknikat

Eräs Georgescu-Roegenille ominainen tapa tarkastella teknologiaa ja ihmiskunnan kohtaloa, jota ei voi ohittaa tässä yhteydessä, on Prometheus-myytti. Hän katsoi ihmiskunnan historiassa tapahtuneen kaksi teknologista innovaatiota, jotka ansaitsevat tulla rinnastetuksi kreikkalaisen mytologian titaani Prometheukseen (ks. esim. Georgescu-Roegen 1983a; 1983b, luku 4). Ensimmäinen on tuli, jonka Prometheus alkuperäisen myytin mukaan toi ihmisten käyttöön varastettuaan sen jumalilta, ja toinen on polttomootorilla toimiva höyrykone. Tämän Prometheus-teknikan (engl. *Promethean technique*) arvonimen ansaitsee sellainen tekniikka, joka pystyy tuomaan saataville enemmän resursseja kuin mitä sen valmistaminen ja käyttö vaativat (ks. esim. Georgescu-Roegen 1983b, luku 4). Yllä esiteltujen käsitteiden valossa Prometheus-teknikkaa olisi siis sellainen, jonka nettovaikutus saavutettavan energian määrään on positiivinen, ts. jonka valmistamisen ja käytön jälkeen saavutettavaa energiaa on aiempaa enemmän. Tässä on jälleen tärkeää huomata, ettei mikään tekninen prosessi synnytä energiaa, mutta saatavilla olevaa energiaa voi tehdä saavutettavaksi. Höyrykone, jonka avulla voidaan tyhjentää hiilikaivostunneleita vedestä, on erinomainen esimerkki tästä: syvissä tunneleissa sijaitseva saatavilla oleva hiili muuttuu höyrykoneen avulla saavutettavaksi (Georgescu-Roegen 1989). Toisaalta Prometheus-teknikkaa voitaisiin ajatella myös käyttökelpoisen teknologian näkökulmasta. Prometheus-teknikka edustaisi sellaista toteuttamiskelpoista suunnitelmaa, jonka varaan voisi rakentaa käyttökelpoisen teknologian. Nyky-yhteiskunta nojaa edelleen pääosin höyrykoneen toimintaperiaatteeseen (Georgescu-Roegen 1983b, luku 4), mutta sen aikakausi on sen resurssipohjan vuoksi rajallinen<sup>21</sup>. Seuraava Prometheus voisi siis turvata ihmiskunnalle käyttökelpoisen teknologian fossiilien aikakauden jälkeenkin – ainakin joksikin aikaa.

Onko tätä kolmatta Prometheusta sitten näköpiirissä? Georgescu-Roegenin vastaus oli, että ei (ks. esim. Georgescu-Roegen 1983a; 1983b, luku 4). Aurinkoenergia ei voinut hänen aikanaan vielä tuottaa omaan uusintamiseensa tarvittavaa energiaa (Georgescu-Roegen 1989), vaan se oli auttamatta fossiilisen energian loinen. Aurinkoenergiassa sentään oli potentiaalia uudeksi Prometheus-teknikaksi, ja vaikkei se "ratkaisisi" ihmiskunnan entrooppista ongelmaa, olisi esimerkiksi metallien kierrätys terveemmällä pohjalla, jos siihen tarvittava energia ei enää tulisi ehtyvistä varannosta vaan käytännössä päättymättömästä virrasta (Georgescu-Roegen 1970, luku 7).

Ydinvoimaan ja sen futuristisiin visioihin, fuusiovoimaan ja hyötöreaktoreihin, Georgescu-Roegen suhtautui niin ikään pessimistisesti. Unelmat hyötöreaktorien potentiaalista olivat hänelle perusteettoman lineaarisen ajattelun hedelmiä ja sekä teknisesti että yhteiskunnallisesti liian vaikeita toteuttaa (Georgescu-Roegen 1978, luku

---

21 Tällä Georgescu-Roegen tarkoittaa yhteiskuntamme fossiilivetoisuutta. Toisaalta jo ennen fossiilien laajamittaista hyödyntämistä puun tarve teollisuuden energianlähteenä johti suureen metsäkatoon Euroopassa, sillä sen kulutus ylitti sen uusiutumisen nopeuden (ks. esim. Georgescu-Roegen 1983b, luku 4; 1989). Itse asiassa Georgescu-Roegen (1977; 1979a, luku 5) ei pitänyt puutavaraa loputtomiin uusiutuvana, sillä sekin on entropian laille alisteinen.

9; 1983a). Fuusion osalta hän ei luottanut ihmiskunnan kekseliäisyyteen niin kuumen reaktion hallitsemisessa (Georgescu-Roegen 1972, luvut 4 ja 9), ja ydinvoimaan ylipäänsä liittyi hänen mielestään liian suuria yhteiskunnallisia haasteita (Georgescu-Roegen 1972, luku 9). Näin ollen näidenkin tekniikoiden kaupittelijoiden kauniista puheista huolimatta ihmiskunta pysyi edelleen kahlittuna fossiileihin, eikä uuden Prometheuksen saapumista voinut edeltä ennustaa (Georgescu-Roegen 1983b, luku 4)<sup>22</sup>. Kolmannen Prometheus-tekniikan löytämiselle tuli hänen mielestään suoda mahdollisimman hyvät edellytykset mm. säästämällä uusiutumattomia luonnonvaroja mahdollisimman pitkälle, jotta aikaa läpimurron syntymiselle olisi enemmän (Georgescu-Roegen 1989). Hän ei siis ollut millään tavalla vakuuttunut siitä, että tätä läpimurtoa ikinä tulee, muttei myöskään katsonut, ettei sitä kannattaisi tavoitella, tai että kaikki teknologinen kehitys olisi haitallista.

## Teema 7: Ihmiskunnan tulevaisuus

Kuten edellä nähtiin, monetkaan Georgescu-Roegenin visiot ihmiskunnan tulevaisuudesta eivät olleet kovin valoisia. Hän oli huolissaan siitä, että halpoihin fossiileihin pohjautuva teknologia, väestönkasvu ja ihmiskunnan entrooppinen ongelma veisivät meitä kohti umpikujaa, josta palaaminen rauhanomaisesti käy yhä vaikeammaksi. Tämän kurjan tilanteen lieventämiseksi hänellä oli monenlaisia neuvoja, joita käsittelen luvussa 5.5. Tässä käyn läpi vielä muutamia hänen hahmotelmiaan tulevaisuuteen liittyen.

Prometheus-kysymyksen lisäksi Georgescu-Roegen oli ehdottomasti teknologinen pessimisti muutenkin. Hän piti haihatteluna valtavirran taloustieteilijöiden, teknokraattien ja monenlaisten ihmiskuntaoptimistien naiivia uskoa teknologian kaikkivoipiin mahdollisuuksiin, joka perustui laajalti puutteelliseen ymmärrykseen teknologian ja taloudellisen prosessin entrooppisesta luonteesta (ks. esim. Georgescu-Roegen 1972, luku 6). Erityisesti hän piti haitallisena sellaista tekniikkaa ja kehitystä, joka rajallisten ehtyvien luonnonvarojen varantojen voimin ruokki ainoastaan ihmisen tuhoisaa mieltymystä – jopa riippuvuutta – uusiin vekottimiin (engl. *gadgets*<sup>23</sup>, ks. esim. Georgescu-Roegen 1970, luku 7; 1978, luvut 3 ja 8). Jokaisen tällaisen vekottimen valmistus vie hänen katsannossaan uusiutumattomia raaka-aineita auttamattomasti pois tulevien sukupolvien ulottuvilta. Näin ollen tämän päivän ylellisyystuotanto on suoraan pois tulevaisuuden perustarpeiden tyydyttämisestä, ja siten tuhoaa tulevia ihmiselämän edellytyksiä. Tätä ajatusta kuvaa hänen toistuva vertauksensa: jokainen Cadillac, joka tänään tuotetaan, on pois tulevien sukupolvien kuokista (Georgescu-Roegen 1970, luku 7; 1971, luku 10.3; 1972, luku 9; 1989).

22 Georgescu-Roegen kirjoitti aurinkopaneelien energiataseesta varsin lohduttomaan sävyyn vielä aineistoni kronologisesti viimeisessä esseessä (Georgescu-Roegen 1989), eikä hän siinä ilmaissut yhtään aiempaa enempää luottamusta myöskään ydinvoimaa kohtaan. On siis kuviteltavissa, että Georgescu-Roegenin kriteerit oikeasti edistykselliselle energiatekniikalle täytyisivät jommankumman tai molempien osalta nyt, 29 vuotta myöhemmin. Pelkästään näiden, aineistoni perusteella varsin yleisluontoisten kriteerien kannalta kovin yksityiskohtaista arviointia vaikuttaisi olevan vaikea tehdä.

23 Englannin kielen sana gadget voidaan suomentaa myös esimerkiksi laitteeksi tai vehkeeksi, mutta valitsin puhekielisyyteen vivahtavan sanan vekotin, sillä se mielestäni näistä parhaiten tavoittaa Georgescu-Roegenin gadget-sanan käyttöä vastaavat merkitykset. Näitä merkityksiä ovat ennen kaikkea eräänlainen ylimääräisyys tai tarpeettomuus, ja toisaalta puoleensavetävä kiehtovuus. Georgescu-Roegenin malliesimerkit tällaisista vekottimista olivat golfauto ja kahden autotallin kokoiset henkilöautot (ks. esim. Georgescu-Roegen 1972, luku 11).

Monia tulevaisuutta koskevia suosituksiaan Georgescu-Roegen kokosi *bioekonomiseen vähimmäisohjelmaansa* (engl. *minimal bioeconomic program*), johon palaan tarkemmin luvussa 5.5 (teema 24). Yleisellä tasolla hän painotti sitä, että jos elämää halutaan suojella, tulevien sukupolvien huomiointi tulee iskostaa kaikkien ihmisten arvopohjaan (Georgescu-Roegen 1978, luku 9). Tämä elämän suojelu – siis ennen kaikkea ihmislajin suojelu – tarkoitti hänelle entropian kasvun hidastamista eli viime kädessä uusiutumattomien luonnonvarojen minimaalista käyttöä (Georgescu-Roegen 1989). Kuten todettua, lopullista pelastusta ei ollut hänelle olemassa, eikä hän muutenkaan uskonut siihen, että ihmiskunta voisi luopua tuhlailustaan, saastuttamisestaan ja tuhoamisestaan. Näiden vähentäminen oli hänen mielestään kaikki, mitä ihmiskunnalta kokonaisuudessaan voisi odottaa (Georgescu-Roegen 1972, luku 11).

## 5.3 Varsinainen taloustiede

Tätä kattoteemaa on kenties kaikkein hankalin kutsua selkeällä ja kuvaavalla nimellä. Se on myös ensimmäisen tutkimuskysymyksen kannalta tietyssä mielessä kaikkein keskeisin. Mikä lasketaan "varsinaisen" taloustieteen piiriin, jos vanhaa, liian kapeaksi käynnyttä taloustiedettä halutaan uudistaa nimenomaan laajemmaksi ja kokonaisvaltaisemmaksi? Siinä missä valtavirtataloustiede on ekologisen taloustieteen näkökulmasta verrattain spesifi tutkimuskenttä, peräänkuulutti Georgescu-Roegen nimenomaan hyvin laaja-alaista ja monitieteistä talouden tutkimusta.

Tätä kattoteemaa jäsentäessäni lähdin ensin liikkeelle taloustieteellisestä mallintamisesta ja hahmottamisesta, ikään kuin valtavirran taloustieteen tyypillisestä toimintaympäristöstä. Laajensin sen kuitenkin kattamaan myös taloustieteen filosofisen perustan ja jonkinlaisen metatarkastelun. Lisäksi katsoin tähän kuuluvaksi myös Georgescu-Roegenin talouskasvukritiikin, joka on läpileikkaava juonne hänen myöhäisessä tuotannossaan, ja joka tuskin istuu tätä luontevammin mihinkään muuhun kattoteemaan.

Aloitan taloustieteen filosofisesta pohjasta, joka kattaa paitsi Georgescu-Roegenille rakkaita epistemologisia kysymyksiä (teema 8), myös taloustieteen rajojen uudelleenmäärittelyä (teema 9) sekä eettisiä ja arvoteoreettisia pohdintoja (teemat 10 ja 11). Taloudellisen arvon aineellista luonnetta lähestyn energiaa, ainetta ja entropiaa koskevien huomioiden kautta (teema 12). Tässä välissä tarkastelen hänen talouskasvukritiikkiään (teema 13), minkä jälkeen tämän kattoteeman lopettaa taloustieteen matemaattisempi ja teknisempi puoli (teema 14).

### Teema 8: Taloustieteen epistemologinen ja tieteenfilosofinen pohja

Georgescu-Roegenin kritiikki standarditaloustiedettä kohtaan ei koostunut pienistä teknisistä yksityiskohdista siellä täällä – vaikka oli siinä niitäkin – vaan pureutui perusteellisella tavalla koko tieteenalan lähtökohtien filosofiseen ytimeen. Kenties kuvaavin ja omaleimaisin tapa, jolla hän tätä toteutti, kuului epistemologian eli tietoteorian kentälle. Hän kritisoi kovin sanoin mekanistista ja reduktionistista maailmankuvaa, jolle taloustiede perustui, ja ruoti tämän perustumisen historiallisia juuria.

Valtavirtataloustieteen (ja monen muunkin tieteen, mitä siihen tulee) epistemologinen kritiikki kattaa merkittävän osan *The Entropy Law and the Economic Processista* (Georgescu-Roegen 1971, ks. esim. luvut 2–5 ja 11). Georgescu-Roegenin pohdiskelut tieteestä ovat niin laaja-alaisia, korkealentoisia ja perinpohjaisia, ettei ole helppoa keksiä, mistä aloittaa. Bonaiutia (2011) mukaillen yritän tiivistää keskeiset kritiikit pääpiirteissään muutaman keskeisen ajatuksen ympärille.

Georgescu-Roegenin ajattelun keskiössä on jako aritmomorfisten ja dialektisten käsitteiden välillä (ks. esim. Georgescu-Roegen 1971, luvut 2.3–2.4). Aritmomorfiset käsitteet voidaan erottaa toisistaan tarkasti ja yksiselitteisesti sekä ainakin periaatteessa kääntää matematiikan kielelle selkeästi, eikä niiden merkitys muutu ajan myötä. Esimerkiksi reaaliluvut ja aakkoset ovat käsitteinä aritmomorfisia, samoin kuin vaikkapa "ympyrä" tai "kolmio" – ympyrän ja kolmion määritelmät pitävät huolen siitä, ettei mistään asiasta tule epäselvyyttä sen suhteen, onko se ympyrä vai kolmio. Näihin keskittyminen, jota 1900-luvun ajattelussa edusti selkeimmin loogisen positivismin tieteenfilosofinen koulukunta, on sidoksissa paitsi logiikkaan, myös mekanistiseen tiedekäsitykseen ja maailmankuvaan yleensäkin.

Dialektiset käsitteet puolestaan erottuvat kyllä toisistaan nekin, mutteivät tarkasti ja selkeästi. Esimerkiksi demokraattisuudelle on mahdotonta antaa mielekästä kriteeriä, jonka perusteella erotettaisiin demokraattiset ja ei-demokraattiset poliittiset järjestelmät tai valtiot toisistaan yksiselitteisesti. Tämän lisäksi demokratian käsitteen sisältö muuttuu yhteiskunnallisen muutoksen myötä. Myös vaikkapa elollisen ja elottoman välinen raja hämärtyy esimerkiksi tietynlaisten virusten tapauksessa: niiden muodostuessa on vaikea sanoa, missä vaiheessa kokoelma elottomia molekyylejä muuttuu elolliseksi organismiksi. Tämä ei kuitenkaan estä meitä tunnistamasta esimerkiksi kiviä elottomiksi ja kauriita elollisiksi – dialektisten käsitteiden välillä vain on merkittävän kokoinen harmaa alue, eräänlainen puolivarjo, jonka aritmomorfisilta käsitteiltä kieltää kolmannen poissuljetun laki<sup>24</sup>. Näiden perusteella voidaan luonnehtia, että aritmomorfiset käsitteet toimivat hyvin eksaktin teorian valtakunnassa, kun taas havaintomaailman todellisuus on mitä suurimmassa määrin dialektisten käsitteiden ja kategorioiden asuttama.

Georgescu-Roegen valitteli sitä, että vielä satoja vuosia luonnontieteiden päästyä (ainakin osittain) yli mekanistisen maailmankuvan rajoitteista, taloustiede tarrautui siihen yhä hanakammin. Näin menetetään herkkyyys monille sellaisille ilmiöille, joita jopa erikoistunut taloustiede käsittelee jatkuvasti, puhumattakaan mistään kokonaisvaltaisemmasta lähestymistavasta. Georgescu-Roegenin mukaan (1971, johdanto) esimerkiksi halun, teollisuuden ja toimivan kilpailun käsitteet ovat vahvasti dialektisia. Tämä valitettava kehitys kulkee käsi kädessä taloustieteen, kuten muidenkin tieteiden, pakkomielteisen matematisoinnin kanssa. Georgescu-Roegen kuitenkin korostaa sitä, ettei matematisointi (tai tarkemmin ottaen *arimetisointi*) itsessään ole huono asia – päinvastoin, oikeassa tilanteessa ja oikein tehtynä se on äärimmäisen tarpeellista – vaan nimenomaan sen vieminen liian pitkälle ja nostaminen liian korkealle jalustalle tuottavat vakavia ongelmia (ks. esim. Georgescu-Roegen 1971, johdanto).

---

24 Kolmannen poissuljetun laki tai ristiriidan laki muotoillaan yleensä niin, että jokin tietty väite voi olla vain tosi tai epätosi – kolmatta mahdollisuutta ei ole. Tämän soveltaminen esimerkiksi propositiologiikassa tai aritmomorfisia käsitteitä käyttävässä predikaattilogiikassa on verrattain suoraviivaista, mutta dialektisten käsitteiden astuessa kuvaan asia mutkistuu huomattavasti.

Eräs hänen muotoilunsa oli, että aritmomorfisten mallien on palveltava dialektisia kysymyksenasetteluja, tai muuten taloustieteilijä on kuin kirurgi, joka keskittyy skalpelliin ja unohtaa potilaan (Georgescu-Roegen 1971, luku 11.3).

Yksisilmäisen aritmetisoinnin lisäksi mekanistisen maailmankuvan ongelmiin kuuluu puutteellinen aikakäsitys. Läpeensä dialektisella otteella Georgescu-Roegen (1971, luvut 5.5–5.7) erottaa toisistaan kellon mittaaman "ajan" ja historiallisen, entropian määräämän "Ajan", samalla kuitenkin tähdentäen, että ajan duaalisuus on illuusio, ja että pohjimmiltaan aika on yksi ja sama. Olennaista on, että mekanistinen, Robinson Crusoe -tyyppisiin ajatuskokeisiin<sup>25</sup> ja vastaaviin pohjimmiltaan perustuva taloustiede on historiatonta, kun taas todellinen maailma yhteiskuntineen on päinvastoin täynnä monenlaista historiallista painolastia, jonka vaikutuksia ei tule sivuuttaa. Lisäksi mekanistinen aikakäsitys tunnistaa historiattomana vain reversiibeileitä muutoksia, kun taas todellisuudessa on mitä suurimmassa määrin kyse nimenomaan evolutiivisista, irreversiibeileistä muutoksista (ei ainoastaan termodynaamisessa mielessä)<sup>26</sup>.

Kolmas, suurempi ongelma, joka seuraa liian innokkaasta aritmetisoinnista, liittyy mittaamiseen. Kaiken kvantifiointi ja saattaminen mitattavaan muotoon aiheuttaa väistämättä, tarkimmillaankin ns. laadulliseen jäänteeseen (engl. *qualitative residual*), joka pakenee mittaamista, mutta vaikuttaa tarkasteltavaan ilmiöön. Tyypillisimmin tämä ilmenee epälineaarisuutena, joka yllättää varomattoman, liiaksi kvantifioivan tutkijan. Epälineaarisuus taas aiheuttaa mittakaavaherkkyyden, joka on Georgescu-Roegenin mukaan taloustieteelle vierasta – tyypillisesti taloustieteessä asiat skaalautuvat ylös- ja alaspäin lineaarisesti. Todellisuudessa siirtyminen mittakaavasta toiseen aiheuttaa emergenssiä<sup>27</sup> (joskin Georgescu-Roegen puhui pikemmin "uutuudesta", engl. *novelty*), ja sokeus emergenssille rampauttaa taloustiedettä yhteiskuntatieteenä vakavasti. Näin Georgescu-Roegen positioidi itsensä vahvaksi antireduktionistiksi (ks. esim. Georgescu-Roegen 1971, johdanto).

Nämä kaikki elementit kietoutuvat yhteen Georgescu-Roegenin epistemologisessa ja tieteenfilosofisessa tarkastelussa. Monet sen osista sinänsä ovat peräisin tai vähintään saaneet vaikutteita muilta ajattelijoilta antiikin filosofiasta varhaisten

---

25 Autiolla saarella elelevät Robinson Crusoe ja Perjantai muodostavat uusklassisen taloustieteen johdantokursseilta tutun mikrotaloustieteellisen ajatuskokeen, jolla voidaan kuvata esimerkiksi työnjaon aiheuttamaa tehokkuutta tuotannon optimoinnissa. Ajatusleikki on analoginen lukemattomille mekaniikan laskuharjoitusmerkille esimerkiksi kaltevaa pintaa pitkin vierivästä pallosta tai idealisoidusta heilurista – ne tapahtuvat täydellisessä eristyksessä, platonisessa ideoiden maailmassa vailla historiaa, yhteiskuntaa tai oikeastaan mitään ympäröivää todellisuutta. Asetelma on todellisuuteen kiinnittyville yhteiskuntatieteille varsin vieras, ja Georgescu-Roegen varoittaa mekanistisen maailmankuvan kritiikillään vetämästä siitä liian vahvoja johtopäätöksiä.

26 Historiallisuuden sijaan puhutaan usein polkuriippuvuudesta (engl. *path dependence*). Tämä tarkoittaa siis sitä, että systeemin siirtyessä tilasta A tilaan B sillä on merkitystä, mitä reittiä pitkin siirtymä tapahtuu. Tämä voi riippua tarkasteltavasta asiasta, ts. samassa ilmiössä voi olla polkuriippuvaisia ja polusta riippumattomia puolia. Jos esimerkiksi ihminen on matkalla Helsingin rautatieasemalta Keravan rautatieasemalle, ei hänen lopullisen sijaintinsa kannalta ole merkitystä, onko hän taittanut matkan junalla vai polkupyörällä (eli sijainnin tarkastelu on polusta riippumaton). Sen sijaan saapumisajan kannalta sillä voi olla suurikin merkitys, taikka kyseisen ihmisen virkeyden tai mielentilan (nämä tarkastelut taas ovat polkuriippuvaisia).

27 Emergenssillä eri mittakaavojen välillä tarkoitetaan tässä sitä, että useista pienistä samanlaisista systeemeistä voi yhdistettynä kummuta ominaisuuksia tai käyttäytymistä, jota ei voi ennustaa pelkästään kyseisiä pieniä systeemejä tarkastelemalla. Äärimmäinen esimerkki tästä on vaikkapa ihmisen sosiaalinen käyttäytyminen: jos siihen ei liittyisi minkäänlaista emergenssiä, se voisi periaatteessa olla mahdollista ennustaa kokonaisuudessaan tutkimalla alkeishiukkasten ominaisuuksia. Tämä olisi erittäin voimakas reduktionistinen kanta.

termodynaamikoiden kautta 1900-luvun tutkijoihin eri aloilta (esimerkiksi kahden eri ajan tiimoilta hän viittaa Schumpeterin myöhäisiin kirjoituksiin), mutta yhdistelmä vaikuttaisi olevan autenttista Georgescu-Roegenia.

Vielä viimeisenä tieteenfilosofisena huomiona hänen tuotannostaan on huomattava hänen varsin teoreettinen<sup>28</sup> lähestymistapansa todellisuuteen. Suuri osa hänen kirjoituksistaan pohjaa jos ei suorastaan filosofisiin, niin hyvin teoriavetoisiin malleihin ja konstruktioihin. Esimerkiksi hänen termodynaaminen tarkastelunsa lähtee liikkeelle hyvin abstrakteista lainalaisuuksista ja käsitteistä, ja myös hänen käsityksensä ihmiskunnan eksosomaattisesta evoluutiosta muotoutuu alkujaankin hyvin teoreettisesti. Tämä ei tietenkään estänyt häntä tukeutumasta ajoittain empiriaankin (ks. esim. Georgescu-Roegen 1972, luku 9), tai pohjaamasta tarkasteluaan esimerkiksi teollistumisen tai maatalouden historiaan, mutta tyypillisesti nämä viittaukset ovat varsin anekdotaalisia luonteeltaan hänen esseistisissä kirjoituksissaan. On silti huomattava, että hän suhtautuu hyvin kriittisesti erilaisten idealisaatioiden liian kirjaimelliseen tulkintaan (ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 3). Vaikka jokin asia olisi *periaatteessa* mahdollista, siitä ei seuraa, että se olisi tosiasiaassa ihmiskunnan saavutettavissa, eikä tällaisten käytännön mahdottomuuksien, malliesimerkkinä raaka-aineiden täydellinen kierrättäminen, varaan kannata laskea. Teoreettisen lähestymistapansa puitteissa hän siis kuitenkin peräänkuuluttaa varovaisuutta johtopäätöksissä, ja voidaan hyvällä syyllä kysyä, missä määrin hän itse noudattaa tätä implisiittistä neuvoaan.

## Teema 9: Taloustieteen rajat

Kuten varmasti mistä tahansa aineistoni tekstistä voi helposti nähdä, Georgescu-Roegen pyrki laajentamaan taloustieteen ymmärryksen kenttää pois niistä raameista, joihin uusklassisen koulukunnan valtakaudella oli totuttu. Hän inspiroitui Alfred Lotkan ajatuksesta, että taloustiede on osa biologiaa, mutta yhtä lailla liitti sitä mitä moninaisimpiin aloihin historiasta, sosiologiasta, politiikan tutkimuksesta ja paleoantropologiasta insinööritieteisiin, teknologian tutkimukseen, varsin korkealentoiseen matematiikkaan ja teoreettiseen fysiikkaan. Toisaalta hän samaisti termodynamiikan "taloudellisen arvon fysiikaksi" (Georgescu-Roegen 1970, luku 2) fyysikko Nicolas Sadi Carnot'n jalanjäljissä ja piti entropian lakia kaikista fysiikan laeista "taloudellisimpana". Samalla hän pysytteli jatkuvasti lähellä filosofiaa: etiikka, epistemologia, tieteenfilosofia ja metafysiikka kietoutuivat hänen taloustieteelliseen tarkasteluunsa joka nurkan takana. On perusteltua kysyä, missä määrin hänen kirjoituksensa ylipäänsä kannattaa sijoittaa taloustieteen kentälle ja missä määrin ne ovat jonkinlaista renessanssi-ihmisen maailmaasyleilevää "lähes kaiken teoriaa" – olkoonkin, että niiden keskiössä tyypillisesti oli taloudellisen prosessin tarkastelu sen eri muodoissa.

Georgescu-Roegen moitti lähes joka käänteessä taloustieteilijöitä monien "varsinaisen taloustieteen" ulkopuolelle jääneiden seikkojen jättämisestä huomiotta, räikeimpänä

---

28 Käytän tässä teoreettisen käsitettä varsin epämääräisesti. Tarkoitan sillä Georgescu-Roegenin tapaa käsitellä asioita varsin abstraktilla tasolla, usein kvalitatiivisesti pikemmin kuin kvantitatiivisesti, samoin kuin hänen esseististä tyyliään. En tarkoita teoreettisuutta missään tiukan luonnontieteellisessä tai loogisessa merkityksessä, enkä siinä yksityiskohtaisessa merkityksessä, jota hän itse tarkoittaa pohtiessaan taloustieteen teoreettisuutta (Georgescu-Roegen 1971, luku 11.2).



tapauksena varmasti termodynamiikan perusteet. Näiltä moitteilta eivät säästyneet ortodoksiset sen enempää kuin heterodoksisetkaan suuntaukset, oli kyse sitten klassisista, uusklassisista, marxilaisista, biofyysisistä tai vakaan tilan lähestymistavoista. Ajatuksena kuitenkin tuntui koko ajan olevan taloustieteellisen tutkimuksen täydentäminen kokonaisvaltaisemmaksi muilla intellektuaalisilla pyrkimyksillä. Hänen biotaloustieteensä kulmakivenä voidaankin pitää jonkinlaista *täyden monitieteisyyden* (engl. *full multidisciplinary*) ideaalia, kuten Bonaiuti (2011, s. 26) luonnehtii.

Monitieteisyyden sijaan tässä olisi nähdäkseni kuitenkin syytä puhua pikemminkin *poikkitieteellisyydestä* siinä merkityksessä, jossa Willamo (2005, s. 57, Juvaksen ja Siitosen mallia soveltaen) sitä tarkoittaa: Georgescu-Roegenilla tieteiden integraatio menee mielestäni selvästi niin pitkälle, että tieteenvälisyyden syyksi voidaan katsoa "vapautuminen totunnaisten tieteenalojen ajattelukaavoista: uuden tieteen luomisen tarve". Georgescu-Roegenin viitoittama uusi biotaloustieteellinen paradigma oli niin laaja-alainen ja teki niin suuren pesäeron olemassaoleviin taloustieteellisiin suuntiin (muista tieteenaloista puhumattakaan), että puhe uudesta suuntauksesta tuntuisi liian kapealta. Sikäli ei ole ihme, että hänenkin töistään inspiroitunut kansainvälinen joukko tutkijoita päätyi pystyttämään uuden paradigman ja taloustieteellisen koulukunnan.

Pääteoksensa (Georgescu-Roegen 1971) luvussa 11 hän pohtii taloudellisen prosessin ja taloustieteen rajoja. Hän pitää näitä rajoja ehdottoman dialektisina eikä määrittele niitä tarkasti, mutta viittaa Marshallin (1920, s. 1) hyvin yleisluontoiseen määritelmään, jonka mukaan taloustiede on "ihmiskunnan tutkimusta elämän tavallisessa kulussa" (engl. "*the study of mankind in the ordinary business of life*"). Näin epämääräisestä lähtökohdasta voi varmasti päätyä lähes millaiseen rajaukseen tahansa, mutta selvästi Georgescu-Roegen menee kirjon laveampaan päähän.

## Teema 10: Taloustieteen suhde etiikkaan

Georgescu-Roegen katsoi yhdeksi valtavirtataloustieteen ongelmista muiden joukossa myös etiikan puutteellisen roolin. Hän itse viljeli teksteissään runsaasti moraalisia kannanottoja, joista osa on jo tullut esiin edellisissä kattoteemoissa ja osan käyn läpi seuraavaksi.

Taloudellinen ajattelu oli Georgescu-Roegenin (1983a) mukaan "alun perin" sidoksissa antiikin filosofi Aristoteleen *Nikomakhoksen etiikkaan*, jonka mukaan kaupankäynnissä ei saanut aiheuttaa vahinkoa lähimmäiselleen. Vasta 1700-luvulla valistusfilosofit pelkistivät talouden tarkastelun rationaaliseksi kaupankäynnin ja tuotannon havainnoinniksi, jolloin moraalille kysymyksille jäi talousajattelussa pienempi rooli. Koska taloustiede oli näin ikään kuin ei-eettistetty<sup>29</sup>, poliittisesta taloustieteestä ponnistavat ortodoksisen taloustieteen kriitikot, kuten esimerkiksi Karl Marx, eivät osuneet sen kovaan ytimeen. Georgescu-Roegenin mielestä tällaisten "Robinson Crusoe -ajattelun" kriitikoiden olisi ollut parempi hyökätä nimenomaan koko tieteenalan etiikkattomuutta vastaan.

---

<sup>29</sup> Taloustieteen ja etiikan suhteesta ks. myös luku 3.1.

Samassa esseessä Georgescu-Roegen toteaa, että siinä, missä Aristoteleellä talousajattelu kumpusi etiikasta, on tänä päivänä taloustieteen – tarkemmin ottaen hänen kaavailemansa biotaloustieteen – aika synnyttää vuorostaan uusi etiikka. Täten hän avoimesti peräänkuulutti taloustieteen voimakasta normatiivisuutta.

Toisaalta hänen yleinen kasvukritiikkinsä saa pohtimaan, millaisena hän yleisesti ottaen näki taloustieteen ja talouspolitiikan suhteen. Hän syytti sekä marxilaisia että valtavirtaisia taloustieteilijöitä "kasvumaniasta" (Georgescu-Roegen 1978, luvut 3, 7 ja 8), ja koko hänen tuotantoaan leimaa jatkuvan kasvun tavoitteluun perustuvan yhteiskunnan kritiikki, mutta silti hän tuntuisi pitävän taloustiedettä itseään ei-eettisenä (engl. *anethical*, ks. esim. Georgescu-Roegen 1983a), jonka olisin itse valmis tulkitsemaan samalla epänormatiivisuudeksi. Matka taloustieteilijöiden kasvumanian ja kasvuyhteiskunnan välillä voi helposti näyttää lyhyeltä, melko suoralta viivalta, ja Georgescu-Roegen itsekin pitää taloudellisten mallien merkitystä talouspolitiikalle suurena (ks. esim. Georgescu-Roegen 1971, luku 9.15). Tämän taloustieteilijöiden, yhteiskunnan ja kasvumanian kolmiyhteyden tunnustaminenkaan ei kuitenkaan mielestäni sellaisenaan edellytä, että taloustiedettä itseään tarvitsisi välttämättä pitää sisäsyntyisesti normatiivisena.

Georgescu-Roegen (1978, luku 9) kritisoi hotellinlaista diskonttausta eräänlaisena etiikan työkaluna. Hänen mielestään diskonttausta, jossa tulevaisuuden preferenssejä suhteutetaan tämän päivän preferensseihin, voi tehdä vain kuolevainen, kun taas koko "kvasi-kuolemattoman" ihmislajin tapauksessa tämä on mahdotonta. Myös muunlaiset tavat, joilla tulevaisuus huomioidaan hintamekanismin tai korkojen kautta, saavat häneltä kovaa kritiikkiä (Georgescu-Roegen 1972, luku 11). Vastapainoksi tälle kritiikille Georgescu-Roegen (1977; 1978, luku 9) esittää, että suhteessa luonnonvaroihin ja tuleviin sukupolviin meidän olisi korkea aika siirtyä hyödyn (engl. *utility*) maksimoinnista, "mitä sillä sitten tarkoitetaan," katumuksen (engl. *regrets*) minimointiin. Tätä katumuksen minimointia hän ei selitä sen tarkemmin, mutta asettaa sen jonkinlaiseksi vastakohtaksi sekä lyhytnäköiselle voitontavoittelulle että tämän päivän ylellisyystuotannolle, joka tapahtuu tulevaisuuden perustarpeiden tyydyttämisen kustannuksella (Georgescu-Roegen 1977). Hän ilmaisee saman asian myös toisin: ainoa tapa suojella tulevia ihmisiä tämän päivän ylikulutukselta on meidän itsemme ja toistemme kasvattaminen tuntemaan empatiaa aikalaistemme lisäksi myös tulevia sukupolvia kohtaan (Georgescu-Roegen 1972, luku 11). Tämä ei valitettavasti ole mikään helppo ja selkeä ratkaisu asiaan, vaan saattaa meidät uudenlaisten eettisten kysymysten äärelle.

## **Teema 11: Taloudellisen arvottamisen teoriat**

Georgescu-Roegen tuo tuotannossaan toistuvasti esille näkemyksiään taloudellisen arvon tosiasiallisista lähteistä ja erilaisista harhaluuloista näihin liittyen. Yhtä selkeää kokonaistarkastelua taloudellisesta arvottamisesta en kuitenkaan tästä aineistosta löytänyt.

Kuten monen muunkin aiheen, myös tämän aiheen käsittelystä hyvin merkittävä osa on muiden teorioiden kritisointia ja niiden puutteiden osoittamista biotaloustieteellisestä näkökulmasta käsin. Kiinnostavaa kyllä, Georgescu-Roegen hyökkää aineistossani ehkä kaikkein vahvimmin juuri yksisilmäistä energetiikkaa vastaan, jossa taloudellinen arvo

samaistetaan energiasisältöön tai entropian muutokseen sellaisenaan. Uusklassinen hintamekanismin ylistys sekä Marxin ja Ricardon klassiset arvoteoriat saavat myös osansa. Seuraavassa esittelen myös eräitä Georgescu-Roegenin näkemyksiä siitä, mikä ylipäänsä on arvokasta ja tavoittelemisen arvoista.

Yksinkertaisuudessaan Georgescu-Roegenin arvoteorian perusta voidaan pelkistää seuraavaan väitteeseen: matalan entropian muuntuminen korkeaksi on taloudellisen arvon syntymisen välttämätön, mutta ei riittävä ehto. Väitteessä on kaksi puolta, välttämättömyys ja riittämättömyys. Ensimmäisen mukaan kaikki, mitä pidämme arvokkaana, sisältää jossakin muodossa matalaa entropiaa ja "korkean järjestyksen" rakenteita. Auringonvalo, matalan entropian lähde *par excellence*, on näistä perustavanlaatuisin. Kasvien yhteyttämällä sitoma kemiallinen energia muodostaa niin ikään järjestyneitä rakenteita (verrattuna siihen, että auringon säteily muuttuisi vain "hukkalämmöksi") ja edustaa siten hyödynnettävissä olevaa matalaa entropiaa: hedelmiä, puutavaraa, lääkekasveja ja niin edelleen. Ihmiset ja muut eläimet hyödyntävät tätä biologisesti ja konsentroivat tätä matalaa entropiaa yhä uusiin järjestyneisiin rakenteisiin, mistä äärimmäisenä esimerkkinä voidaan pitää fossiilista energiaa. Ihminen on lajina kehittynyt aivan yliveriseksi tämän matalan entropian eri muotojen hyödyntäjäksi, minkä Georgescu-Roegen selittää eksosomaattisella evoluutiolla.

Georgescu-Roegenin väitteen toinen puoli kertoo, ettei entropian kasvu yksin riitä tuottamaan taloudellista arvoa. Toisin sanoen maailmassa on vaikka kuinka paljon matalaa entropiaa sisältäviä asioita, joilla ei ole taloudellista arvoa. Rikkaruohot tai myrkylliset sienet ovat hyvä esimerkki tästä. Georgescu-Roegen (1971, kappale 10.1) moittii varhaisia energeetikoita tällaisesta entropia-arvottamisen liian kirjaimellisesta tulkinnasta. Huomattavasti enemmän mustetta hän käyttää myöhempien energeetikoiden esittämien, entropiapohjaisten *hintateorioiden* kritisointiin. Tässä on tärkeää muistaa, etteivät taloudellinen arvo ja hinta ole yksi ja sama asia, vaan jonkin tietyn asian *käyttöarvo* ja *vaihtoarvo* (jota hinta edustaa) määräytyvät eri tavoilla. Esimerkiksi tähtitaivaan kauneudella voi hyvin olla eräänlaista käyttöarvoa, mutta tietävästi sillä ei ole sellaisenaan markkinahintaa. Myös jonkin hyödykkeen niukkuuteen liittyy tietynlaista arvoa, mihin Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen 1971, luku 10.1) viittaa ohimennen<sup>30</sup>.

Energeettisten hintateorioiden kritiikkiin, joka nähdäkseni heijastaa hyvin eräitä Georgescu-Roegenin keskeisiä näkemyksiä arvosta, kuuluu kolme elementtiä. Ensimmäinen liittyy siihen, että energeetikoiden perustavanlaatuisetkin määritelmät olivat niin epämääräisiä ja kiistanalaisia, ettei niiden pohjalle voinut rakentaa uskottavaa teoriaa (Georgescu-Roegen 1979a, luku 6)<sup>31</sup>. Toinen liittyy aineen merkityksen vähättelyyn. Georgescu-Roegenin toteamus "*matter matters, too*" ("aineellakin on merkitystä", ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 5) on jäänyt elämään jonkinlaisena lentävänä lauseena, ja kieltämättä hän teki paljon työtä puolustaakseen aineen paikkaa biotaloustieteellisessä analyysissä liian yksisilmäiseltä

30 Tämän enempää en käsittele tätä eroa, mutta siitä voi lukea lisää taloustieteen peruskurssien oppikirjoista. Taloustieteilijä Jorma Sappinen (2011) käsittelee tätä teemaa yleistajuisesti.

31 Myöhemmissä esseessään Georgescu-Roegen (1989) pitää jopa "täysin naurettavana" kollegansa Robert Costanzan teoriaa, jonka mukaan yksi dollari ostaa hyödykkeestä riippumatta aina saman määrän hyödykkeen tuotannossa käytettyä energiaa (engl. embodied energy). Georgescu-Roegen ei viittaa mihinkään tiettyyn artikkeliin, mutta Costanza (1980) käsittelee juuri tätä ajatusta ja empiiristä tukea sille.

energiaintoilulta. Erityisesti hän korosti sitä, etteivät aine ja energia ole keskenään ekvivalentteja *taloudellisessa mielessä*<sup>32</sup>, vaan valinta näiden kahden välillä on aina taloudellinen valinta. Aineellisuuden roolista Georgescu-Roegenin ajattelussa kerron tarkemmin jäljempänä.

Kritiikin kolmas elementti on talouden vääjäämätön kulttuurinen luonne. Vaikka Georgescu-Roegen ei itse tunnu liittävän kulttuurin vaikutusta eksplisiittisesti taloudelliseen *arvoon*, hän ehdottomasti kytkee sen taloudellisen prosessin *luonteeseen* (Georgescu-Roegen 1971, johdanto) ja taloudellisten *valintojen* analyysiinsä (ks. Georgescu-Roegen 1971, luvut 10.1 ja 10.2). Näistä kahdesta jälkimmäisestä arvon aspektista, aineellisuudesta ja kulttuurisuudesta, voidaan jo nähdä, että hän piti taloudellista arvoa sen tiukasta termodynaamisesta perustasta huolimatta huomattavasti monisyisempänä kuin monet muut entrooppisen näkökulman omaksuneet.

Taloudellisesta arvottamisesta puhuttaessa on hyvä tuoda lyhyesti esiin vielä Georgescu-Roegenin eräitä muita ajatuksia suhteessa arvoon. Ensinnäkin, kuten todettua, hän katsoi taloudellisen prosessin fysikaalisesti ottaen olevan matalan entropian resurssien muuntamista korkean entropian jätteiksi. Koska talous ei kuitenkaan ole yksinomaan fysiikkaa, tämä asetelma jättää huomioimatta taloudellisen prosessin *ensisijaisen tuotteen*, joka on mystinen aineeton virta nimeltä "elämästä nauttiminen" (engl. *enjoyment of life*, ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 6; Georgescu-Roegen 1971, luku 10.1). Toisaalta taloudellisen prosessin keskiössä voidaan nähdä myös työvoiman uusintaminen, evolutiivisin termein ilmaistuna lajin säilyminen (ks. Georgescu-Roegen 1971, luku 10.1).

Georgescu-Roegen toisinaan käsitteli tätä elämästä nauttimista salaperäisenä ilmiönä, selittämättä sitä lainkaan (ks. esim. Georgescu-Roegen 1970, luku 4; 1977). Pääteoksessaan hän kuitenkin omisti pitkän alaluvun "arvon yleiselle yhtälölle", joka käsittelee eräänlaista matemaattista muotoilua tälle nautinnolle ja sen seurauksia (Georgescu-Roegen 1971, luku 10.2). Yksinkertaisimmillaan yhtälö kuvaa tämän nautinnon muodostumista kolmesta termistä: kulutus ja vapaa-aika kasvattavat elämästä nauttimista ja työnteko vähentää sitä. Tämä tuntuu jotenkin yllättävän konservatiiviselta käsitykseltä elämästä nauttimisesta Georgescu-Roegenin omalaatuiseen humanismiin suhteutettuna. Toisaalta hän välillä pitää tätä nautintoa niinkin abstraktina virtana, "entrooppisena tunteena" (engl. *entropic feeling*), että arvelee kaikkien elollisten olentojen kokevan jotakin samankaltaista (ks. esim. Georgescu-Roegen 1970, luku 4).

Hänen arvoteoriansa kannalta on myös kiinnostavaa, että kaiken sen entropian korostamisen lomassa hän ikään kuin ohimennen toteaa taloudellisen arvon *todellisen* lähteen olevan "arvo, jota elämällä on jokaiselle elolliselle yksilölle" (Georgescu-Roegen 1971, luku 10.1). Tämä ilmenee myös hänen huomiossaan, että tyypillisesti kaikissa optimaalisen ihmispopulaation kokoa ja maapallon kantokykyä koskevissa laskelmissa unohtuu tärkeä kysymys siitä, kuinka kauan jotakin tiettyä populaatiota voidaan ylläpitää. Georgescu-Roegen (ks. esim. 1972, luku 8) itse pitää maksimoitavana suureena kaikkien ihmisyksilöiden yhteenlaskettua elinikää koko ihmiskunnan eliniän yli arvioituna, "elämän kokonaismäärää" (engl. *amount of total life*).

---

32 Albert Einsteinin suhteellisuusteorian ja samalla koko modernin fysiikan kulmakivi, massan ja energian ekvivalenssi, ei siis ole taloudellisen prosessin kannalta olennainen siinä mielessä, että näitä voitaisiin muutta toisikseen vapaasti edestakaisin (ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 3).

Yhteenvedona arvottamisesta voidaan siis sanoa, että Georgescu-Roegenille taloudellinen arvo syntyy matalan entropian aineellisten ja energioresurssien hyödyntämisestä, kulttuurisesta kontekstista, elämästä nauttimisesta sekä elämän itseisarvosta.

## Teema 12: Taloudellisen prosessin materiaallinen luonne

Georgescu-Roegenin tuotannon keskeisimpiä kärkiä on ehdottomasti taloudellisen prosessin materiaallisen ja entrooppisen luonteen korostaminen. Hänelle talous oli alisteinen fysiikan laeille ja perustui jatkuvaan energian, raaka-aineiden ja jätteiden virtaan. Näitä seikkoja taloustieteellisessä tarkastelussa ei sopinut missään tapauksessa unohtaa, ja juuri tähän syyllistyivät hänen mukaansa useimmat taloustieteilijät.

Perinteinen yksinkertaistettu malli kansantalouden kiertokulusta on sykli, jossa raha kiertää yrityksiltä kotitalouksille ja taas takaisin yhteen suuntaan, ja vastaavasti työ, tuotteet ja palvelut kiertävät samaa rataa päinvastaiseen suuntaan. Tämä ehyt ja yhtenäinen malli, ansioineenkin, jättää täysin huomiotta energian ja raaka-aineiden virran ympäristöstä prosessiin ja jätteiden virran prosessista ulos. Tämän entrooppisen aspektin unohtamisesta (tai suorastaan tietoisesta hylkäämisestä) hän arvosteli toistuvasti sekä uusklassisia että marxilaisia taloustieteilijöitä (ks. esim. Georgescu-Roegen 1970, luku 4; 1971, luku 10.1; 1972, luku 1; 1977; 1979a, luku 1).

Tähän arvosteluun liittyy kuitenkin käsitteellisen sekaannuksen vaara. Georgescu-Roegen moittii pääteoksessaan (1971, luku 10.1) juuri edelläkuvattua syklistä mallia siitä, että se kuvaa taloudellista prosessia "*suljettuna systeeminä*", ts. matemaattisella mallilla, jossa matalan entropian jatkuva virta ympäristöstä on täydellisesti jätetty huomiotta." Ekvivalentti määritelmä toistuu myöhemmässä artikkelissa (1972, luku 2, erit. alaviite 8). Tämä suljetun systeemin käsite ei vastaa termodynamiikassa käytettyä suljetun systeemin käsitettä (ks. luku 5.1). Matalan entropian virran jättäminen pois kuviosta vastaisi nimenomaan *eristettyä* systeemiä termodynamiikassa – siis systeemiä, joka ei ole missään vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa.

Sekaannuksesta huolimatta Georgescu-Roegenin kritiikki oli paikallaan: taloustieteilijät olivat mitä suurimmassa määrin jättäneet energian ja luonnonvarat pois tarkastelustaan. Valtavirran tapauksessa tämä ei ollut varsinaisesti edes mikään vahinko, vaan teknologisen optimismin ilmentymä: luonnonvaroista ei tarvinnut olla huolissaan edes vuoden 1973 öljykriisin jälkeen (ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 1). Toki kuten luvussa 3.2 esitin, uusklassinen ympäristö- ja luonnonvaraekonomia oli jo pääsemässä hyvään vauhtiin tuohon aikaan, mutta se oli auttamattomasti marginaalissa, ja valtavirta oli omaksunut kirkasotsaisen optimismin suhteessa luonnonvarojen riittävyyteen.

Jos luonnonvarat olivat taloudellisen prosessin alkupäässä, niin loppupäässä odottivat jätteet ja saasteet. Georgescu-Roegenia (1972, luku 5) ei varsinaisesti yllättänyt, etteivät valtavirran taloustieteilijät osanneet ottaa niitä huomioon sen paremmin kuin luonnonvaroja. Kun asia lopulta nousi toden teolla yhteiskunnallisen keskustelun valokeilaan 1960-luvulla, uusklassiset taloustieteilijät Robert Solow'n johdolla vakuuttelivat, että kunhan toimivat markkinat saavuttavat oikean tasapainohinnan, ei saasteitakaan synny (emt., luku 5). Georgescu-Roegen (mt., luku 5) luokittelee jätteet

karkeasti ottaen näin: on hajoavia, (jotka ratkeavat "itsestään" luonnon prosesseissa), käsiteltäviä (joiden haitallisuutta voidaan vähentää käsittelyllä), hankalia (kuten pitkäikäiset ydinjätteet) ja vielä termodynaamiset (jotka lämmittävät ilmastoa). Kaikkia näitä koskee maapallon rajallisuus, sillä tilaa ei ole loputtomiin, eivätkä luonnon hajotusprosessitkaan vedä määräänsä enempää. Edelleen samassa vuoden 1972 artikkelissaan (emt., luku 5) hän huomioi myös pitkälle etenevän lämpenemisen katastrofaaliset seuraukset sekä jopa hiilidioksidin, pienhiukkasten ja kasvihuoneilmiön mutkikkaan solmun. Pelkän luokittelun sijaan hän myös erotteli erilaiset jätevirrat huolellisesti toisistaan matemaattisessa analyysissään (ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 5).

Jätteiden ja saasteiden puhdistamisesta hän myös varoitti, että mitä enemmän halutaan puhdistaa, sitä enemmän siihen kuluu energiaa, jonka tuotanto ei tietenkään tapahdu saasteetta (Georgescu-Roegen 1972, luku 5). Myös yhä vain isompien ja hienompien autojen, lentokoneiden, jääkaappien ja sensellaisten tuottaminen väistämättä tarkoittaa "isompia ja hienompia jätteitä". Näin ollen kulutuksen vähentäminen johtaisi mukavuudesta tinkimiseen, mutta toisaalta saasteilta suojautuminen johtaisi kulutuksen kasvuun. Näiden perusteella ihmiskunnan tulisi pyrkiä eroon kahden autotallin kokoisten autojen ja muiden kohtuuttomien vekottimien himostaan, kuten hän muotoili yhden bioekonomisen vähimmäisohjelmansa teesin (Georgescu-Roegen 1972, luku 11).

Georgescu-Roegenin kritiikki ei koskenut vain taloudellisen prosessin rajojen, vaan myös koko biosfäärin termodynaamisen luonteen hahmottamista. Tässä on muistettava luvussa 5.1 (teema 2) esittelemäni tapa, jolla hän kuvasi aineen vääjäämätöntä huononemista käyttökelvottomaan muotoon. Valtavirta oli hänen mielestään niin hakoteillä, ettei tämä kritiikki edes koskenut varsinaisesti heitä, mutta sen sijaan tässä piili Georgescu-Roegenin (1977) mukaan yksi vakaan tilan talouden puolestapuhujien keskeisistä virheistä. Hänen mielestään fysikaalisen pääoman pysyminen vakiona, joka kuuluu ainakin suuntauksen pioneerin, Herman Dalyn vakaan tilan määritelmään<sup>33</sup>, vaatisi aineen huononemisen perusteella nimenomaan *avoimen* systeemin, sillä edes rajattomalla energiavirralla ei rajatuista fyysisistä raaka-aineista koostuvaa pääomaa voisi pitää loputtomiin yllä.

Lisäksi hän painotti uudestaan ja uudestaan sitä, että nimenomaan entropian laki, ei mikään muu, on pohjimmiltaan taloudellisen niukkuuden taustalla (mm. Georgescu-Roegen 1971, luku 10.1; 1972, luku 3; 1979a, luku 6; 1989). Hänen mukaansa ilman entropian lakia oikeastaan mikään ei olisi niukkaa siinä merkityksessä, jossa vaikkapa öljy on tosiasiallisesti niukkaa: käytännössä sen määrä vain vähenee vähenemistään käytön myötä. Luonnonvarojen niukkuus olisi silloin toisenlaista: niiden kokonaismäärä pysyisi vakiona, mutta niitä ei kuitenkaan riittäisi kaikille mielin määrin. Tämä entrooppinen niukkuus myös sitoo taloudellisen prosessin biologiaan, minkä Georgescu-Roegen (1989) mainitsee biotaloustieteensä yhdeksi kulmakiveksi. Tässä näkyvät selvästi, kuten hän itsekin samaisessa esseessään toteaa, taloustieteilijä Alfred Marshallin ja fyysikko-biologi Alfred Lotkan vaikutukset hänen ajatteluunsa.

---

33 Georgescu-Roegen siteeraa Dalya (toim. 1973), jonka mukaan vakaan tilan taloutta määrittävät vakiona pysyvä fyysisen vaurauden eli pääoman määrä ja vakiona pysyvä väestömäärä.

### Teema 13: Talouskasvu ja taloudellinen kehitys

Georgescu-Roegenia pidetään paitsi ekologisen taloustieteen, myös yleisemmin talouskasvukriittisen ajattelun pioneerina (ks. esim. D'Alisa ym. 2014, s. 2; Cheynet 2014; Latouche 2016, s. 107–111). Hänen kasvukritiikkinsä, kuten suuri osa hänen myöhemmistä töistään muutenkin, perustui pohjimmiltaan entrooppiseen analyysiin ja resurssien väistämättömään huononemiseen. Vähintään yhtä paljon kuin kasvuintoilijoita hän kuitenkin ryöpytti vakaan tilan talouden kannattajia, joiden keulakuvaksi oli jo varhain muodostunut hänen oppilaansa Herman Daly.

Ensin on syytä selventää käsitteitä. Joseph Schumpeteriä mukaillen Georgescu-Roegen (1972, luku 7) erotti toisistaan "puhtaan" kasvun (engl. *pure growth*), kehityksen (engl. *development*) ja näiden dialektisen yhdistelmän, taloudellisen kasvun (engl. *economic growth*), joka siis sisältää molemmat. Puhdas kasvu on vain kvantitatiivista: siinä laajennetaan olemassaolevien hyödykkeiden tuotantoa henkeä kohden. Kehitys puolestaan on kvalitatiivista: siinä erilaisten innovaatioiden<sup>34</sup> kautta muutetaan tuotannon laatua. Taloudellinen kasvu sisältää nämä molemmat, ja tätä kuvastamaan taloustieteilijät ovat valjastaneet bruttokansantuotteen henkeä kohden. Kasvu ja kehitys ovat siis periaatteessa erillisiä ilmiöitä, mutta ne ovat historiallisesti kytkeytyneet toisiinsa hyvin voimakkaasti. Näille ilmiöille ja niiden väliselle yhteydelle löytyy Georgescu-Roegenin (1972, luku 7) mukaan selitys ihmisen luontaisesta ahkeruudesta ja uteliaisuudesta sekä mukavuudenhalusta.

Kasvukysymystä ympäröivä käsitteellinen sekasotku aiheutti hämmennystä niin kasvun puolustajien kuin sen vastustajienkin piirissä. Ympäristönsuojelijat leimattiin kasvukritiikin myötä myös kehityksen vastustajiksi, ja keskustelu siirtyi helposti epäolennaisuuksiin (Georgescu-Roegen 1972, luku 7). *Kasvun rajat* -raportti (Meadows ym. 1974 [1972]) herätti kiivasta vastustusta erityisesti valtavirran taloustieteilijöissä, mutta Georgescu-Roegenin mukaan tämä kritiikki oli pääasiassa perusteetonta. Hän ei itsekään pitänyt raporttia kovin täydellisenä, mutta sen varoituksia kuitenkin aiheellisina. Raportin suurin ongelma, kuten myös "[Thomas] Malthusin ja monen muun ympäristönsuojelijan", oli keskittyminen vain eksponentiaalisen kasvun kritiikkiin, kun lineaariseen tai jopa nollakasvuun pätevät samat argumentit (Georgescu-Roegen 1972, luku 7).

Ihmiskunnan kohtalo kytkeytyi jälleen kerran entropian lakiin: riippuvuutemme uusiutumattomista raaka-aineista, jotka väistämättä huononivat ulottumattomiimme, vei Georgescu-Roegenin (1972, luku 8) siihen johtopäätökseen, että mitään niihin perustuvaa ei voinut ylläpitää loputtomiin. John Stuart Millistä lähtien, ja 1960-luvulta alkaen yhä enenevissä määrin, taloustieteilijä toisensa jälkeen erehtyi luulemaan nollakasvua eksponentiaalisen kasvun ainoaksi vaihtoehdoksi. Tähän vähäiseen mielikuvitukseen liittyi myös puutteellinen käsitys taloudellisen prosessin entrooppisesta luonteesta tai virtojen ja varantojen erosta. Georgescu-Roegenin (1972, luku 8) mukaan Daly (1971) meni jopa niin pitkälle, että uskoi vakaan tilan olevan

34 Innovaatioita on Georgescu-Roegenin (1972, luku 6) mukaan kolmea lajia: nettosäästöä tuottavia taloudellisia innovaatioita (engl. *economy-innovations*), joissa parannetaan jonkin olemassaolevan tuotantoprosessin tehokkuutta; substituutioinnovaatioita (engl. *substitution-innovations*), joissa korvataan ihmistyötä koneilla tai energiankulutuksella; ja kirjoitinnovaatioita (engl. *spectrum-innovations*), joissa kehitetään markkinoille uusia hyödykkeitä "kuten hattuja tai nailonsukkahousuja". Nämä ovat dialektisia käsitteitä, ja useimmat innovaatiot kuuluvat moniin kategorioihin.

jonkinlainen poikkeustapaus suhteessa fysiikan lakeihin. Lyhyellä matemaattisella käsittelyllä hän osoittaa vakaan tilan aiheuttavan uusiutumattomien resurssien loppumisen aikanaan "ellei ihmiskunta jonakin päivänä palaa marjanpoimintatalouteen<sup>35</sup>".

Tämä herättää tietenkin kysymyksen, eikö riippuvuus uusiutumattomista luonnonvaroista ole koko keskustelun taustalla oleva todellinen ongelma riippumatta siitä, onko meillä kasvava vai vakaan tilan talous. Georgescu-Roegen ei juuri koskaan tartu tähän kysymykseen, mutta toteaa (Georgescu-Roegen 1970, luku 6, ks. myös 1983a), että ihmiskunta voisi periaatteessa jatkaa elämäänsä uusiutumattomien luonnonvarojen loputtuakin, nimenomaan marjanpoimintataloudessa, mutta evoluution valossa tämä ei näytä kovinkaan todennäköiseltä. Toisin sanoen hän ohittaa lähinnä olankohautuksella ajatuksen ihmiskunnasta, joka ei olisi riippuvainen uusiutumattomista luonnonvaroista. Ilmaan jää siis vielä kysymys, miten entropian laki vaikuttaisi kokonaan uusiutuviin luonnonvaroihin perustuvaan talousjärjestelmään, mutta kieltämättä tämä kysymys näyttää vuonna 2018 vielä akateemisemmalta kuin vuonna 1970. Mikään aineen huononemista koskevissa tarkasteluissa ei sinänsä tuntuisi riippuvan aineen alkuperästä, ja lisäksi Georgescu-Roegen (1977) huomauttaa, että myös luonnon kierroissa osa niukoista aineista päättyy pois ulottuviltamme, kuten esimerkiksi fosforia vajoa kuolleiden kalojen tukirangoissa valtamerten pohjalle.

Georgescu-Roegenin vakaan tilan talouden kritiikki saa monenlaisia muotoja, ja yksi aineistoni artikkeleista, *The Steady State and Economic Salvation* (Georgescu-Roegen 1977) keskittyy jotakuinkin yksinomaan tähän. Ajoittain käsittely on käsitteellisempää, toisinaan matemaattisempaa (ks. esim. Georgescu-Roegen 1983b, luku 3). Viime kädessä nämä kritiikit ovat – sikäli kun ovat perusteltuja – myös vielä voimakkaampia argumentteja kasvutaloutta vastaan. Kääntäen: Georgescu-Roegenin (1972, luku 8) mukaan argumentit vakaan tilan puolesta toimivat vielä paremmin laskevan talouden hyväksi. Lisäksi Georgescu-Roegen (1972, luku 7) päätelee, että saman tien ne tekevät tyhjäksi haaveet kaiken sellaisen negatiivisen kasvun kestävydestä, joka ei johda taloudellisen tuotannon loppumiseen tyystin.

Tämä ikään kuin nollaan suppeneva käänteinen talouskasvu, jolle Georgescu-Roegen ei tunnu antavan mitään kovin täsmällistä määritelmää, mutta jota hän kuitenkin kannatti (Georgescu-Roegen 1972, luku 8)<sup>36</sup>, on ehdotuksena ensi silmäyksellä erikoinen. Jääkö taloudellisen toiminnan loppumisen jälkeen jäljelle vain marjanpoimintatalous, ja eikö sekin sitten olisi taloudellista toimintaa? Vai tarkoittaako hän sitten, että nollaan suppeneminen merkitsisi ihmiskunnan loppua, ja jos tarkoittaa, pitääkö hän sitä jotenkin mielekkäämpänä päämääränä kuin vakaata tilaa? Näihin pohdintoihin palaan luvussa 5.5 (teema 20). Todettakoon tässä kuitenkin, ettei hän ylipäänsä uskonut minkäänlaiseen ihmiskunnan ekologiseen pelastussuunnitelmaan, vaan syytti vakaan tilan talouden kannattajia paitsi vakavista ajatusvirheistä, myös katteettomasta optimismista (1972, luku 8).

---

35 Georgescu-Roegen ei avaa "marjanpoimintatalouden" käsitettä sen kummemmin, mutta vaikuttaisi viittaavan sillä jonkinlaiseen metsästäjä-keräilijä-kulttuuriin, jossa ei käytetä lainkaan uusiutumattomia luonnonvaroja.

36 Tätä hän arvatenkin tarkoitti koskemaan nimenomaan ihmiskuntaa kokonaisuutena, ja nimenomaan pitkällä aikavälillä. Toisaalla hän nimittäin esittää, että köyhien maiden talouksien tulisi saada kasvaa (1978, luku 9; ks. myös tämän tutkielman luku 5.5, teema 21).



## Teema 14: Tuotantofunktio ja tuotantoprosessi

On ehkä keinotekoista rajata taloustieteen matemaattinen ja ei-matemaattinen puoli erilleen, sillä nähdäkseni matematiikka on viime kädessä tapa käsitellä ei-matemaattista ja siten tälle alisteinen. Jakoa kannattaakin lähestyä Georgescu-Roegenia mukaillakseni dialektisesti: matematiikka lomittuu hänen kirjoituksissaan proosallisen tekstin sekaan vailla tarkkaa erottelua. Eräät elementit hänen tuotannossaan kuitenkin erottuvat selkeämmin matemaattis-teknisen käsittelyn piiriin. Näitä ovat nk. Cobb-Douglas-tyyppisen tuotantofunktion kritiikki, alkeisprosessien tarkastelu sekä virtoihin, varoihin ja varantoihin perustuva tuotantoprosessin kuvaus.

Aluksi on syytä vielä muistuttaa, että vaikka Georgescu-Roegen kritisoi voimakkaasti aritmomorfisen ajattelun valta-asemaa taloustieteessä, hän ei vastustanut matematisointia sinänsä, vaan päinvastoin piti sitä oikein käytettynä äärimmäisen tarpeellisena työkaluna. Samaa tapaan hän varoitti soveltamasta termodynamiikkaa huolimattomasti: hän arvosteli joitakin ekonometrian harjoittajia termodynamiikan matemaattisen muodon mukailusta mallinnuksessa sen fysikaalisesta perustasta irrotettuna (Georgescu-Roegen 1971, johdanto).

Yksi Georgescu-Roegenin eniten keskustelua herättäneistä tuloksista hänen termodynaamisten johtopäätöstensä ohella on ollut hänen kritiikkinsä Cobb-Douglas-tyyppistä tuotantofunktiota ja sen myöhempää, hänen Solow-Stiglitz-variantiksi nimeämäänsä ilmentymää kohtaan (Georgescu-Roegen 1979b). Jottei käsittely tässä venyisi pitkäksi ja matemaattiseksi, jätän varsinaisen Cobb-Douglas-funktion omaan arvoonsa ja selitän Georgescu-Roegenia (1979b) mukaillen Solow-Stiglitz-variantin mahdollisimman yksinkertaisesti. Funktio saa muodon

$$Q = K^a L^b R^c$$

jossa Q on tuotos (engl. *output*), K pääoma, L työvoima ja R luonnonvarat. Eksponentit a, b ja c ovat nollan ja yhden välille sijoittuvia vakioita, jotka määrittävät tuotannontekijöiden K, L ja R suhteellisen painoarvon kulloinkin tarkasteltavana olevassa prosessissa. Näiden eksponenttien summa on yksi.

Yhtälön mukaan tuotos siis riippuu yksinomaan näistä kolmesta tuotannontekijästä<sup>37</sup>. Yhtälön muoto myös kertoo, että tuotos voidaan pitää samana, vaikka mikä tahansa tuotannontekijä pienenee, kunhan toinen tai molemmat jäljellejäävistä vastaavasti kasvavat samassa suhteessa. Jopa kaksi näistä tuotannontekijöistä voi kutistua ilman että tuotos vähenee, kunhan kolmas kasvaa tarpeeksi kompensoidakseen tämän kutistumisen. Georgescu-Roegen (1979b; 1983b, luku 4) osoittaa tämän mallin kestävämmyyden huomauttamalla, ettei tehdas voi tuottaa mitään tuotetta enempää kuin mitä tuotantoprosessiin syötetään raaka-aineita: tämän estää jo massan säilymislaki. Tämän mallin mukaan olisi siis mahdollista tuotantomäärän kärsimättä pienentää raaka-aineiden osuuden olemattoman pieneksi kasvattamalla pääoman ja/tai työvoiman määrää. Georgescu-Roegen (1983b, luku 4) kuvaa tätä absurdia johtopäätöstä vertauksella kangasteollisuuteen: samaa määrää kangasta ei voi kutoa pienemmästä määrästä lankaa vain lisäämällä prosessiin identtisiä kangaspuita. Hänen

37 Georgescu-Roegen (1983b) asettaa tuotantofunktion eteen vielä kertoimen C, jota hän ei tosin selitä, mutta joka yleisesti tarkoittaa eräänlaista tehokerrointa. Se ei kuitenkaan ole tämän tarkastelun kannalta olennainen.

mukaansa yhtälön juuret ovat ajatuksessa, että parantamalla tuotantoprosessia voidaan saada samasta määrästä raaka-ainetta enemmän tuotosta ulos *siinä määrin kuin hävikkiä onnistutaan pienentämään*. Tämä yhtälö kuitenkin menee paljon pidemmälle, sillä se ei kiinnitä tuotantomäärälle raaka-aineiden tosiasiasa määrittämää ylärajaa. Georgescu-Roegen (1979b) nimesi tämän variantin kahden sen näkyvän puolestapuhujan, Robert Solow'n ja Joseph Stiglitzin mukaan, ja Daly haastoi nämä molemmat vastaamaan Georgescu-Roegenin kritiikkiin *Journal of Ecological Economics* -lehden sivuilla vuonna 1997 (ks. Daly 1997a, Solow 1997, Stiglitz 1997).

Georgescu-Roegen (1983b, luku 3) muotoili vastineeksi myös oman tuotantofunktionsa. Sen muoto on yhtälön sijaan panos-tuotos-matriisi (engl. *input-output matrix*). Tämäntyyppisiä matriiseja hän sovelsi usein ja kutsui niitä virta-vara-malleiksi (engl. *flow-fund model*). Mallin yksityiskohtaisen ruotimisen sijaan on tarpeen tarkastella sen eräitä lähtökohtia. Ensinnäkin se perustuu ajatukselle entropian vääjäämättömästä kasvusta sekä energian että aineen kannalta, kuten niin moni muukin Georgescu-Roegenin ajatuskulku.

Toisekseen keskeinen osa taloudellista analyysiä mallin taustalla on aineellisten tuotannon tekijöiden jakaminen virtatekijöihin (engl. *flow factors*) ja varoihin (*funds*). Virtatekijät ovat ainetta ja energiaa, joka menee tuotantoprosessiin (tai mihin tahansa prosessiin tai osaprosessiin) sisään tai siitä ulos, mutta eivät sen lävitse. Esimerkkinä tästä voidaan ajatella vaikka raaka-aineita, jotka virtaavat kaivokselta tuotantolaitokselle, tai kulutustuotteita, jotka virtaavat tuotantolaitokselta markkinoille. Varat osallistuvat prosessiin myös, mutta pysyvät siinä jotakuinkin muuttumattomina. Aineellinen pääoma ja työvoima ovat hyviä esimerkkejä tästä, sikäli kun eivät tuhoudu tai kuole prosessissa.

On ensiarvoisen tärkeää pitää mielessä, ettei tehtaalta väsyneenä palaava työläinen ole laadullisesti sama asia kuin töihin aamulla levänneenä mennyt työläinen, ja että kaikki koneet ja työkalut väistämättä kuluvat käytössä. Näin ollen niitä täytyy jatkuvasti uusintaa. Tämä tärkeä huomio on Georgescu-Roegenille viime kädessä seurausta entropian laista tai "neljännessä pääsäännöstä". Näiden lisäksi on tärkeää huomioda, että monet virtatekijät perustuvat äärellisiin varantoihin (engl. *stocks*), jotka voivat kuluja loppuun<sup>38</sup>. Tämä jako oli Georgescu-Roegenin mielestä hyvin olennainen taloudellisen tuotannon aineellisuuden hahmottamisen kannalta (ks. esim. Georgescu-Roegen 1983b, luku 2), ja osaltaan valtavirran taloustieteen puutteiden taustalla.

Kolmas lähtökohta tälle mallille on tuotantoprosessien koostuminen alkeisprosesseista (engl. *elementary process*). Nämä ovat osaprosesseja, joita ei ole tarkastelun kannalta mielekästä jakaa enää pienempiin osiin: ne tuottavat ikään kuin yhden yksikön sitä asiaa, jota ne tuottavat. Esimerkiksi kenkätehdasta tarkasteltaessa voidaan ajatella, että sen prosessin, jossa kenkiin laitetaan nauhoja, alkeisprosessissa yhteen kenkään laitetaan nauha<sup>39</sup>. Näitä alkeisprosesseja voidaan järjestää eri tavoilla: sarjaan, rinnan tai linjaan. Sarjaa voidaan kuvata yksin työskentelevän käsityöläisen työnä: työntekijä suorittaa ensin yhden alkeisprosessin alusta loppuun, siirtyy sen tuotoksen kanssa seuraavan alkeisprosessin pariin ja niin edelleen. Tällöin osa varoista on aina joutilaana,

38 Tässä tarkoitan kulumista samassa merkityksessä kuin lauseessa "tähän kuluu paljon rahaa", joka taas on eri kuin lauseessa "tämä kattila on kulunut käytössä".

39 Toki voidaan ajatella, että nauhaprosessi koostuu edelleen lukuisista sellaisista alkeisprosesseista, joissa nauha pujotetaan yhdestä reiästä läpi. Kysymys onkin tarkastelun resoluutiosta.

sillä vain yhteen osaprosessiin tarvittavat työkalut ovat kerrallaan käytössä. Rinnan järjestetyt alkeisprosessit vastaavat esimerkiksi talonpoikaisviljelyä: keväällä kaikki liikenevä työvoima on kylvämässä, sitten vuorostaan kylvämässä, sen jälkeen kitkemässä ja niin edelleen, kunnes lopulta koittaa sadonkorjuu. Tätä ajan sanelemaa järjestystä ei voi kiertää työnjaolla, tai sitten meidän pitäisi puhua pikemminkin teollisuudesta. Linjaan järjestetyt alkeisprosessit taas vastaavat tehtaan tuotantolinjaa, jossa oikein järjestettynä päästään eroon varojen joutilaisuudesta. Siellä ensimmäisen alkeisprosessin päätyttyä se alkaa heti uudestaan, tuotos siirtyy saman tien toiseen alkeisprosessiin, joka päätyttyään saa ensimmäisen alkeisprosessin toisen kierroksen tuotoksen taas raaka-aineekseen ja niin edelleen. Tämä tehokas prosessijärjestely on yksi niistä lukuisista asioista, jotka Georgescu-Roegenin (1983b, luku 2) mukaan erottaa teollisuuden maataloudesta, ja siten yksi niistä lukuisista syistä, miksi näitä kahta tuotannonalaa ei voida tarkastella samoilla tavoilla.

Georgescu-Roegen (1983b) ei juurikaan puhu tämän tuotantomallin johtopäätöksistä, vaan kiinnittää huomiota vain muutamaa sen osoittamaan tai edellyttämään seikkaan. Tässä vaiheessa on huomattava, että matriisin lopullinen muoto koskee yksittäisen tuotantoprosessin sijaan koko kansantaloutta. Ensinnäkin matriisista nähdään suoraan tuotannon aineellisen puolen entrooppinen luonne: ajatus, että kaikki aine huononee, ilmenee matemaattisesti tiettyinä termeinä, jotka kuvaavat tietynlaisia jätevirtoja ulos taloudellisesta prosessista. Myös pääoman aineellinen uusintaminen näkyy matriisissa eksplisiittisesti. Samaan tapaan mallissa näkyy, että kansantalouden tehtävä on pitää huolta koko populaatiosta, ei siis ainoastaan työväestä. Georgescu-Roegen ei tee numeerisia laskelmia tällä mallilla – ainakaan tämän tutkimuksen aineistossa – vaan pikemminkin näyttää, mitä kaikkea sellaista kyseinen malli pystyy ottamaan huomioon, mitä monet muut olemassaolevat mallit eivät pysty.

## 5.4 Kritiikki

Hyvin suuri osa lähes mistä tahansa aineistoni tekstistä on omistettu jos jonkinlaiselle kritiikille. Tämä kritiikki kohdistuu tyypillisesti joko muihin tutkijoihin tai koulukuntiin – ennen kaikkea taloustieteilijöihin, mutta myös muihin yhteiskuntatieteilijöihin – tai länsimaiseen ihmiseen yleensä, ikään kuin arkkityyppinä. Jonkin verran kunniaansa saavat kuulla tietynlaiset ajattelutavat, kuten vaikkapa teknologinen optimismi, ilman täsmällisempää subjektia. Tässä alaluvussa käyn suurpiirteisesti läpi Georgescu-Roegenin aineistossani esittämää kritiikkiä sen kohteen mukaan: uusklassinen taloustiede (teema 15), marxilainen taloustiede (teema 16), ekologisen taloustieteen edeltäjät (teema 17) ja länsimainen ihminen (teema 18) saavat kaikki osansa. Aiheet vaihtelivat jotakuinkin yhtä kirjavasti kuin edellisistä kattoteemoista voi arvata, ja lähes kaikki niistä onkin käsitelty jossakin muodossa jo yllä.

### Teema 15: Uusklassisen taloustieteen kritiikki

Georgescu-Roegenin rakkain vihollinen oli kiistatta uusklassinen taloustiede. Jotakuinkin kaikkiin edellisissä alaluvuissa käsiteltyihin teemoihin liittyy jonkinlaisia syytöksiä joko valtavirran taloustiedettä itseään tai jotakuta sen edustajaa kohtaan.

Pääpiirteissään valtavirran taloustieteilijöiden kritiikki voidaan jakaa seuraaviin kolmeen pääkohtaan:

### 1) Taloustieteen filosofinen perusta

Mekanistinen maailmankuva, aritmomorfisiin käsitteisiin viehtyminen ja etiikkattomuus: näitä Georgescu-Roegen piti valtavirtataloustieteen perustavanlaatuisimpina filosofisina ongelmina. Näistä seurasivat historian Robinson Crusoe -tarkastelu, sokeus muutokselle ja epälineaarisuuksille, matematiikan ylikorostuminen ja monet muut umpikujat, joista Georgescu-Roegen yritti kollegoitaan johdattaa pois. Monet näistä ongelmista juonsivat juurensa 1800-luvulle ja 1900-luvun alkuun, kun kiistat taloustieteen ja luonnontieteiden suhteesta, taloustieteen ihmiskuvasta sekä etiikan roolista kuohuivat ja johtivat uusklassisen taloustieteen muodostumiseen (ks. esim. Georgescu-Roegen 1983b, luku 1).

### 2) Taloudellisen prosessin materiaalsen luonteen puutteellinen ymmärtäminen

Georgescu-Roegenin korostamat filosofiset ongelmat liittyvät vain osin talouden aineellisuuden puutteelliseen ymmärtämiseen. Uusklassisen taloustieteen syntyvaiheilla taloudellinen prosessi alettiin nähdä suljettuna syklinä, jossa aineella ja energialla ei ollut sijaa. Maa, pääoma ja työvoima olivat pysyviä ja muuttumattomia – tässä mekanistinen analogia näkyy selvästi – ja kun esimerkiksi Cobb-Douglas-tyyppiseen tuotantofunktioon otettiin raaka-aineet mukaan, ne voitiin mielivaltaisesti korvata muilla tuotantotehtäimillä. Tällainen sokea piste, joka sopii sinänsä yksiin termodynamiikan unohtamisen kanssa, on omiaan tuottamaan valtavirtataloustieteen piiriin vankkumattomia käsityksiä, joiden mukaan kaikki mahdolliset resurssikysymykset ratkaisevat itse itsensä. Georgescu-Roegenillä oli kädet täynnä työtä tällaisten harhojen esiintuomisessa.

### 3) Teknokraattinen optimismi

Useiden valtavirran taloustieteilijöiden jakamat käsitykset teknologisen kehityksen ja markkinamekanismin – säädellyn tai säätlemättömän – kaikkivoipuudesta pohjautuvat osaltaan kahteen edelliseen kohtaan. Näiden kahden yhdessä on väitetty voivan pelastaa ihmiskunnan niin kaikenlaiselta niukkuudelta kuin saasteiltakin, ja samaa rataa talouskasvulle ei pitäisi olla mitään luonnollisia rajoitteita. Tämä on jokseenkin täydellinen vastakohta Georgescu-Roegenin hahmottamalle ihmiskunnan entrooppiselle ongelmalle, eikä siis ihme, että hän käytti paljon aikaa ja energiaa näiden laajalti vallinneiden käsitysten purkamiseen.

Näiden pääkohtien lisäksi Georgescu-Roegen kritisoi ortodoksista taloustiedettä mm. kyvyttömyydestä tunnistaa omia rajojaan ja samojen työkalujen soveltamisesta hyvin erilaisiin yhteiskuntiin. Tyypillisesti hän puhui valtavirran taloustieteilijöistä yleisellä tasolla, ikään kuin homogeenisenä joukkona, ja nimiä mainitessaan viittasi useaan otteeseen erityisesti Robert Solow'n ja Carl Kaysenin teksteihin. Myös esimerkiksi Harold Barnettin ja Chandler Morsen kasvuoptimistinen *Scarcity and Growth* (1963) sekä David B. Brooks ja P.W. Andrews (1974) ajatukset mineraalien ehtymättömyydestä, joita voidaan pitää uusklassisena ympäristö- ja luonnonvarataloustieteenä, nousivat toistamiseen hänen kriittisen katseensa kohteiksi.

Sen sijaan Alfred Marshalliin, jota pidetään yhtenä uusklassisen taloustieteen perustajista, hän suhtautui suurella kunnioituksella. Samoin hänellä tuntui riittävän enemmän myötätuntoa eräitä klassisia taloustieteilijöitä – erityisesti John Stuart Millia ja Thomas Malthusia – kohtaan. Lisäksi on huomattava, että hän piti F.A. Hayekin ja Milton Friedmanin kaltaisia uusklassisen taloustieteen uranuurtajia kaikesta huolimatta suurina ajattelijoina (ks. Georgescu-Roegen 1978, luku 9; 1979a, luku 1), puhumattakaan opettajastaan Joseph Schumpeteristä.

## **Teema 16: Marxismin kritiikki**

Marxilaiseen taloustieteeseen soveltuivat monilta osin samat huomiot kuin ortodoksiseenkin. Yhtä lailla Georgescu-Roegen syytti tätä koulukuntaa talouden aineellisen perustan unohtamisesta (Georgescu-Roegen 1970, luku 1) sekä ylitiöoptimismista teknologian ja luonnonvarojen suhteen (Georgescu-Roegen 1972, luku 1). Joiltakin osin epistemologinenkin kritiikki kohdistui myös Marxiin (Georgescu-Roegen 1971, johdanto), mutta taloustieteellisen teorian historiattomuudesta tätä ei sentään voinut syyttää. Niiltä osin kun Georgescu-Roegen mainitsee nimiä, suurin osa tästä kritiikistä kohdistuu suoraan Karl Marxin itsensä tuotantoon.

Marxin kanssa hän oli erityisesti eri mieltä yhteiskunnallisen konfliktin anatomiasta, eikä hän uskonut esimerkiksi työväenluokan vallankumouksen tuovan siihen pidemmän päälle juurikaan helpotusta (Georgescu-Roegen 1978, luku 5). Hän käsitteli joitakin Marxin teesejä, kuten arvoteoriaa ja taloudellisen prosessin mallia, jonkin verran melko spesifilläkin tasolla (ks. esim. Georgescu-Roegen 1971, luku 10.2). Yleisesti ottaen Georgescu-Roegen tuntui suhtautuvan marxilaisiin oppeihin hieman suopeammin kuin taloustieteen valtavirtaan, mutta teki niihinkin selvän pesäeron.

## **Teema 17: Energeetiikan ja vakaan tilan kritiikki**

Aineistostani voi helposti saada käsityksen, että suunnilleen yhtä paljon kuin vallitsevia koulukuntia Georgescu-Roegen arvosteli läheisempiä kollegoitaan ekologisen taloustieteen perustustyömaalla. Kuten luvussa 3.2 toin esiin, esimerkiksi systeemiekologian ja energetiikan piiristä tuli niin ikään ekologisen taloustieteen kannalta relevantteja avauksia 1960- ja 1970-luvuilla. Vaikkei ekologista taloustiedettä ollut silloin vielä varsinaisesti olemassa, eikä Georgescu-Roegen myöhemminkään ottanut tätä koulukuntaa omakseen, on selvää, että näiden muiden pioneerien talouskäsitteet olivat monilta osin lähellä hänen omiaan – paljon lähempänä kuin uusklassinen taloustiede. Selkein esimerkki tästä on varmasti Herman E. Dalyn vakaan tilan talousajattelu.

Energeetikot, joita Georgescu-Roegenille edustivat mm. systeemiekologian uranuurtaja Howard T. Odum ja sosiologi Fred Cottrell, saivat toistumiseen kuulla vaihtelevan yksityiskohtaista arvostelua aineen unohtamisesta (ks. esim. Georgescu-Roegen 1979a, luku 2). Aineen ja energian jonkinasteinen yhteismitallisuus ja hyödykkeen hinnan samaistaminen sen energiasisältöön olivat Georgescu-Roegenin silmissä kohtalokkaita virheitä. Tästä viimeisestä sai osansa myös ekologisen taloustieteen seuran ja julkaisun urastaja Robert Costanza (ks. esim. Georgescu-Roegen 1989). Lisäksi Georgescu-

Roegen ei pitänyt energietikoiden käsitteellisiä lähtökohtia riittävän selkeänä ja koherenttina perustana taloustieteelliselle tarkastelulle (Georgescu-Roegen 1979a, luku 4).

Vakaan tilan talousajattelun keskeisiksi edustajiksi voidaan laskea Dalyn lisäksi yhteiskuntatieteiden renessanssi-ihminen, alkujaan taloustieteilijä Kenneth Boulding sekä historiallisesti katsoen myös John Stuart Mill (ks. esim. Georgescu-Roegen 1983a). Tämän lähestymistavan kaksi suurta virhettä olivat Georgescu-Roegenin mielestä maapallon termodynaamisen luonteen puutteellinen hahmottaminen ja tähän läheisesti liittyvä raaka-aineiden täydellisen kierrätyksen mahdottomuuden vähättely. Nämä johtivat yhdessä harhaan, että vakaa tila olisi ylläpidettävissä mielivaltaisen pitkään. Lisäksi vakaan tilan määritelmä oli Georgescu-Roegenin mielestä niin epämääräinen, että siihen voitiin sovittaa lähes mitä tahansa (Georgescu-Roegen 1983a), ja lopulta se liitettiin hänen suuresti halveksimaansa kestäväan kehitykseen (Georgescu-Roegen 1989). On huomattava, että etenkin Dalyn vakaan tilan talousajattelu perustuu kuitenkin osaltaan termodynaamiseen tarkasteluun ja rajojen tunnustamiseen, minkä luulisi olevan Georgescu-Roegenin mielestä jo hyvä alku, mutta sen johtopäätökset eivät kelpaa hänelle ensinkään. Georgescu-Roegen samaisti vakaan tilan talouteen myös *Kasvun rajat* -raportin (Meadows ym. 1974 [1972]) ja muita vastaavia kasvukriittisiä avauksia, mutta ne sortuivat vähintäänkin samoihin sudenkuoppiin (esim. Georgescu-Roegen 1983b). Hänen mielestään kasvukriittistä keskustelua vaivasi tyypillisesti myös epäolennaisuuksiin keskittyminen (Georgescu-Roegen 1972, luku 7).

## **Teema 18: Länsimaisen ihmisen ja eräiden liikkeiden kritiikki**

Jonkin verran kritiikkiä Georgescu-Roegen kohdisti ihmiskuntaan yleensä, tai ehkä pikemmin juuri länsimaiseen ihmiseen kulutuskulttuureineen. Kyse ei niinkään ollut "ihmisluonnosta" kuin itsehillinnän puutteesta tai tuudittautumisesta teknokraattisiin unelmiin loputtomasta kasvusta ja kehityksestä. Addiktiot halpaan energiaan ja teollisiin yllisyytuotteisiin, pohjaton kulutuksen himo, köyhien maiden sortaminen (Georgescu-Roegen 1978, luku 7) ja itsekäs arvopohja leimasivat tätä epäkelvää länsimaista ihmistä. Olkoonkin, että Georgescu-Roegenin ihmiskuva oli varsin biologisvetoinen (ks. tämän tutkielman luku 5.2, teema 3), hän ei kuitenkaan pitänyt ihmistä täysin parantumattomana, vaan jäljempänä käsiteltävässä bioekonomisessa vähimmäisohjelmassaan luetteli monenlaisia toimenpiteitä, joilla ihmiskunta saataisiin paremmille raiteille.

Länsimaita vaivasi Georgescu-Roegenin mielestä yleensäkin samanlainen teknokratia kuin valtavirran taloustieteilijöitä edellä. Rajaton fossiilien hyödyntäminen, vihreä vallankumous, ydinvoima, turhien vekottimien tuotanto ja kehittäminen, kasvumania – tämän kilpajuoksun kasvot olivat huomattavasti taloustieteen piiriä moninaisemmat. Unelmat täydellisestä kierrätyksestä, loputtomasta energiasta ja tuotannon saasteettomuudesta Georgescu-Roegen kuittasi vaarallisena haihatteluna. Tästä leiristä hän nosti toistumiseen esiin ydinfyysikko Alvin Weinbergin ja ydinkemisti Glenn Seaborgin ajatuksia.

Ympäristöliikkeestä Georgescu-Roegen puhui verrattain vähän, ja siitäkin pettyneeseen sävyyn. Hänen mielestään osa keskusteluista kohdistui epäolennaisuuksiin, kuten siihen, pitäisikö ensin keskittyä väestönkasvun vai globaalin epätasa-arvon

hillitsemiseen (Georgescu-Roegen 1972, luku 11), tai ekysi kasvun ja kehityksen käsitteelliseen viidakkoon (Georgescu-Roegen 1972, luku 7). Erilaiset tutkimusinstituutit ja järjestöt saivat hänen silmissään valitettavan vähän mitään aikaan, ja niidenkin lähtökohdat olivat viime kädessä energetiikkaan ja teknokratiaan päin kallellaan (Georgescu-Roegen 1989).

Niin ikään kehitysyhteistyötä harjoittavat tahot, erityisesti Yhdysvallat, olivat Georgescu-Roegenin (1978, luku 6) mielestä hakoteillä keskittyessään markkinamekanismeihin ja liian suoraviivaiseen teknologiseen apuun. Yksi keskeinen syy epäonnistumisen taustalla olivat liian suuret erot rikkaiden ja köyhien maiden teknologisten kulttuurien välillä ja erityisesti kehitysohjelmien sokeus näille eroille (Georgescu-Roegen 1978, luku 6). Toinen syy oli rikkaiden maiden ahneudessa ja itsekkyydessä (Georgescu-Roegen 1978, luku 7). Sen sijaan Georgescu-Roegen (1978, luku 9) ei kritisoinut teollistumiseen ja kasvuun tähtäävää kehityspolitiikkaa – päinvastoin, nämä olivat hänen mielestään hyvin tärkeitä päämääriä nimenomaan köyhien maiden kohdalla.

## 5.5 Ratkaisut

Tämä kattoteema käsittelee Georgescu-Roegenin esittämiä ratkaisuehdotuksia, joilla esimerkiksi taloustiedettä, tulevien sukupolvien elämänlaatua tai köyhien maiden asemaa voisi viedä parempaan suuntaan. Ratkaisuehdotukset liikkuvat eri tasoilla kasvatuksesta (teema 19) taloudellisen mallintamisen yksityiskohtiin (teema 23) ja muodista (teema 24) maailmanhallitukseen (teema 21) asti, ja niiden skaala vaihtelee yksittäisestä ihmisestä koko ihmiskuntaan.

### Teema 19: Uudelleenorientoituminen

On selvää, että Georgescu-Roegenin mielestä ihmisten oli syytä alkaa ajatella tulevaisuutta uudella tavalla. Hän piti pohjatonta uskoa teknologian tuomiin ratkaisuihin harhana, eikä loputtomasta "kehityksestä" parempaan ollut hänelle mitään takeita. Tämä vaatii nöyrympää suhtautumista tuleviin sukupolviin ja ihmislajin suojeluun. "Rakasta lajiasi kuten itseäsi" olikin hänen uusi mukaelmansa raamatullisesta käskystä (esim. Georgescu-Roegen 1983a). Tällä hän tarkoitti, että ihmiselämän maksimointi vaatisi entropian kasvun tietoista hidastamista sen kiihdyttämisen sijaan, jotta tuleville polville jäisi enemmän resursseja ja puhtaampi ympäristö (ks. esim. Georgescu-Roegen 1989). Yksi tapa, jolla tämä ilmeni, olisi metallien säästäminen tulevaisuuden kuokkiin tämän päivän Cadillacien sijaan. Enemmän yksityiskohtia hän kirjasi bioekonomiseen vähimmäisohjelmaansa, josta lisää alla. Tämä tulevaisuuden huomiointi tarkoitti muutenkin uudenlaista etiikkaa: oman hyödyn maksimoimisesta tulisi siirtyä (melko epämääräiseksi jäävään) katumuksen minimointiin (ks. esim. Georgescu-Roegen 1978, luku 9).

## Teema 20: Kasvu ja kasvuttomuus

Luonnonvarojen säästäminen tarkoitti Georgescu-Roegenille myös talouskasvusta luopumista, mutta hän jätti yksityiskohdat tulkinnan varaan. Hänelle kehitys ja puhdas kasvu (ks. tämän tutkielman luku 5.3, teema 13) olivat varsin vahvasti toisiinsa kytkettyjä, eikä vakaan tilan taloudesta, jossa pääoman ja ihmisten määrä pysyisi vakiona, ollut "pelastajaksi" (ks. Georgescu-Roegen 1977, 1989). Jyrkimmillään hän tuomitsi jopa kaiken sellaisen negatiivisen kasvun, joka ei johda nolnaan, määrittelemättä kuitenkaan tarkemmin, mitä tämä "nolla" tarkoittaa (Georgescu-Roegen 1972, luku 8), eli olisiko kyse taloudellisen toiminnan vai koko ihmiselon loppumisesta. Toisaalta kaikki taloudellinen tuotanto perustuu luonnonvaroihin ja hänelle ihmiskunta, joka ei käyttäisi uusiutumattomia luonnonvaroja, oli epäkiinnostava ajatusleikki (ks. esim. Georgescu-Roegen 1970, luku 6), eikä sitä ollut kohtuullista ihmislaajalta odottaakaan (Georgescu-Roegen 1972, luku 11). Enemmän kuin bruttokansantuotteesta hän tuntui kuitenkin olevan huolissaan nimenomaan uusiutumattomista luonnonvaroista ja saasteista (ks. esim. Georgescu-Roegen 1972, luku 7). Lisäksi hän oli huolissaan väestöräjähdyksestä ja katsoi populaation hallitun pienentämisen tarpeelliseksi, aina luomuviljelyn määrittämälle tasolle (Georgescu-Roegen 1978, luku 8). Kun ottaa vielä huomioon hänen solidaarisuutensa ihmislaajaa kohtaan, näistä ylläolevista voisi johtaa seuraavanlaisen ajatuskulun<sup>40</sup> kuvastamaan Georgescu-Roegenin positiota.

Entropian kasvua tulee hidastaa ja saastutusta vähentää, joten luonnonvarojen kulutus täytyy saada laskuun. Täten myös taloudellinen toiminta, tai vähintäänkin aineellinen tuotanto kääntyy laskuun, mikä epäilemättä näkyy myös BKT:ssa. Koska nykyistä väestöä ylläpidetään fossiilien varassa, on pidemmän päälle tarpeen pienentää populaatiota hallitusti luomuviljelyn määrittämälle tasolle. Ihmiskunnan ei kuitenkaan ole kohtuullista ajatella luopuvan uusiutumattomista resursseista kokonaan. Ihmiskunnan ei ole myöskään toivottavaa hävitä ennen aikojaan, joten jokin luomuviljelyn sallima kokonaisväestö olisi epäilemättä myös minimi. Koska uusiutumattomien käyttö ja väkiluku pienenisivät täten jotakin nollasta poikkeavaa vähimmäisarvoa kohti, Georgescu-Roegen vaikuttaisi kaikesta huolimatta kannattavan sellaista taloudellisen toiminnan supistumista, joka ei johtaisi "nolnaan" vaan viime kädessä läheisesti dalyläistä vakaata tilaa muistuttavaan tilaan.

Nähdäkseni aineistoni antaa ainekset tällaiseen melko yleisluontoiseen tulkintaan. Tämä voidaan nähdä kompromissina fysiikan ja biologian reunaehtojen määrittämässä moraalisisessa pulmassa. Yhdessä vaakakupissa ovat entropian kasvun väistämättömyys ja siitä seuraava sukupolvien välinen epäoikeudenmukaisuus, toisessa taas ihmisluonnon biologinen perusta ja ihmiskunnan tähänastinen historia. Näin nähtynä Georgescu-Roegen ei siis sellaisenaan hyväksyisi oman tarkastelunsa karua johtopäätöstä – että vain nolnaan johtava kasvu olisi pidemmän päälle "kestävää" – vaikka kaikesta päätellen piti kiinni sen rakennuspalikoista. Sen sijaan vakaan tilan talousajattelu, joka tilanneanalyysinä oli hänen mielestään puutteellinen, olisi sittenkin johtanut hyväksyttävään johtopäätökseen. On kuitenkin pidettävä mielessä, ettei Herman Dalyn ja Georgescu-Roegenin "tavoitetiloja" voida pitää tämän pintapuolisen katsaukseni perusteella yhtenevinä, eikä tämän tutkielman tarkoituksena ole varsinaisesti vertailla niitä.

---

40 Seuraava pohdinta on siis oma, yhteenvetävä tulkintani Georgescu-Roegenin positiosta.



## Teema 21: Pohjoinen ja Etelä

Kasvun purku ei ollut Georgescu-Roegenille universaali ja välitön toimenpide, vaan hänen mielestään köyhien maiden talouksien piti saada kasvaa teollistumisen varassa, kunnes "väestön paine maata kohtaan hellittää" (Georgescu-Roegen 1978, luvut 8 ja 9). Kokonaisuutena kuitenkin rikkaiden maiden piti ennen kaikkea vähentää kulutustaan voimakkaasti, joskin myös väkilukuaan, ja köyhien maiden taas pyrkiä pienentämään väestöään pidemmän päälle vielä rikkaitakin enemmän (Georgescu-Roegen 1972, luku 11; 1978, luku 7). Tämän ei kuitenkaan pidä tapahtua liian nopeasti, sillä väestörakenteen nopea muutos aiheuttaisi "biologisen konfliktin" sukupolvien välille (Georgescu-Roegen 1978, luku 9). Pitkän aikavälin tavoitteena Georgescu-Roegenilla näytti kuitenkin olevan maailman kokonaisväestön mahduttaminen luomuviljelyn sallimiin puitteisiin ja globaalin epätasa-arvon purkaminen.

Akuutisti köyhät maat tarvitsivat Georgescu-Roegenin mielestä siis teollistumista, kasvua ja "eksosomaattisen tason" parantamista eli viime kädessä teknologista kehitystä (ks. esim. Georgescu-Roegen 1978, luvut 5 ja 7). Tämän tuli kuitenkin tapahtua köyhien maiden teknologisista ja kulttuurisista lähtökohdista käsin, sillä uuden länsimaisen teknologian vieminen paikkoihin, joissa teknologia oli ennestään aivan toisenlaista, ei ollut osoittautunut hedelmälliseksi lähestymistavaksi (Georgescu-Roegen 1978, luku 6). Georgescu-Roegen esitti myös, että toimiviksi todettuja auringonvalon suoran hyödyntämisen tekniikoita tulisi levittää mahdollisimman laajalti kaikkien ihmisten saataville (Georgescu-Roegen 1972, luku 11). Tämä ei vielä johtaisi käyttökelpoiseen teknologiaan yhteiskunnallisena kokonaisuutena, mutta olisi jo hyvä askel eteenpäin.

Globaaleista kysymyksistä puhuttaessa on syytä tuoda esiin vielä hänen vanhoilla päivillään esittämänsä ajatusta luonnonvarojen yhteisestä hallinnasta. Koska uusiutumattomia luonnonvaroja tuli säästää ikään kuin globaalina kokonaisuutena, ne tuli hänen mielestään "maailmallistaa" samassa mielessä kuin niitä voidaan sosialisoida tai kansallistaa. Tämä vaatisi "jonkinlaisen maailmanhallituksen" perustamista, joka olisi hyvin mutkikas prosessi, ja josta ympäristöliike oli siihen asti vaiennut (Georgescu-Roegen 1989). Aineistoni perusteella kyseessä ei kuitenkaan vaikuta olleen pitkälle mietitty suunnitelma, vaan pikemminkin yksi ilmoille heitetty ajatus.

## Teema 22: Teknologiset ratkaisut

Teknologisessa kehityksessä olennainen kysymys oli, ehditäänkö kolmas Prometheus-teknikka löytää ennen kuin fossiilisen energian varannot tulevat tiensä päähän. Luonnonvarojen käytön voimakas vähentäminen takaisi lisääikää tälle etsimistyölle (Georgescu-Roegen 1989). Georgescu-Roegen piti aurinkotekniikkaa varteenotettavimpana kandidaattina uudeksi Prometheukseksi, sillä hänelle nimenomaan auringon jatkuva energiavirta oli ihmiskunnan ainoa todella kestävä matalan entropian lähde (Georgescu-Roegen 1979a, luku 8). Ihmiskunnan entrooppinen ongelma ei varsinaisesti ratkeaisi silläkään, sillä uusiutumattomista luonnonvaroista ei kuitenkaan päästäisi kokonaan eroon, eikä niiden huononemista pysäyttäisi missään tapauksessa mikään (Georgescu-Roegen 1972, luku 7). Aurinkoenergian myötä raaka-aineiden kierrättämisen vaatima energia ei kuitenkaan enää tulisi ehtyvistä varannoista, mikä olisi suuri askel eteenpäin (Georgescu-Roegen 1970, luku 7). Prometheus-

tekniikan tarkoituksena olisi viime kädessä saattaa ihmiskunta uudelle perustalle rakennetun käyttökelpoisen teknologian varaan, joka pystyisi paitsi uusintamaan itsensä, myös tyydyttämään maailman väestön tarpeet (Georgescu-Roegen 1983b, luku 4).

## Teema 23: Uusi taloustiede

Koska sekä uusklassinen taloustiede että marxismin ja vakaan tilan talouden kaltaiset vaihtoehdot olivat Georgescu-Roegenin mielestä vakavasti puuttellisia, hän kehitti omat biotaloustieteelliset suuntaviivansa, joiden pohjalta voitaisiin rakentaa uusi taloustiede. Hänen uusi biotaloustieteensä oli siis nimenomaan uusi tapa tutkia taloutta, ja se täytyy pystyä erottamaan hänen bioekonomisesta vähimmäisohjelmastaan, joka puolestaan oli eräänlainen poliittinen manifesti. Georgescu-Roegen (1989) itse kuitenkin katsoi tämän jälkimmäisen osaksi edellistä.

Hän sivusi biotaloustieteen perusteita monessa yhteydessä ohimennen, eikä aineistoni sisällä kovin perinpohjaista, nimenomaan siihen keskittyvää ja jäsenneltyä kokonaiskatsausta. Aineistoni viimeisessä esseessä Georgescu-Roegen (1989) sanoo esitelleensä nämä perusteet jo luennessaan *The Entropy Law and the Economic Problem* (Georgescu-Roegen 1970). Hän tiivistää biotaloustieteen peruskiven jälkeenpäin kolmeen elementtiin: 1) talous ja biologia ovat fenomenologisesti lähellä toisiaan, 2) taloudellinen prosessi on ajassa kehittyvää ihmisen synnynäisten biologisten rajojen ylittämistä ja 3) taloutta ja biologiaa määrää entropian laki, joka on välttämätön, muttei riittävä osa kummankaan perusteellista ymmärtämistä (Georgescu-Roegen 1989). Kieltämättä, kun katsoo Georgescu-Roegenin tuotantoa laajemmin, nämä elementit ovat hänen uuden lähestymistapansa pohjalla kautta linjan. Matalan entropian hyödyntäminen sekä taloudellisen toiminnan että elämän keskiössä; eksosomaattisten työkalujen kehitys ja Prometheus-tekniikat; luonnonvarojen ja jätteiden entrooppisen luonteen ymmärtäminen – hyvin monet hänen perusajatuksistaan juontavat juurensa näihin lähtökohtiin.

Minään kaiken tyhjentävänä "alkupisteenä" näitä kolmea elementtiä ei voida kuitenkaan pitää, sillä niiden pohjalla ovat tietenkin hänen käsityksensä entropiasta, biologiasta, ihmiskunnan historiasta ja niin edelleen. Lisäksi hänen tuotantonsa kokonaisuus, niin kritiikin kuin ratkaisujenkin osalta, muodostuu myös muista osista. Hänen *epistemologinen ja tieteenfilosofinen kritiikkinsä* valtavirran taloustiedettä kohtaan heijastuu osin biotaloustieteeseen, mutta ei konkretisoidu siihen täysin. Esimerkiksi antireduktionismi ja termodynaaminen aikakäsitys läpäisevät kyllä hänen tarkasteluaan ja jälkimmäinen näkyy jopa edellä mainituissa kolmessa elementissä, mutta aritmomorfisten käsitteiden ja mittaamisen kritiikki eivät ollenkaan yhtä selvästi. Ajatus taloustieteen normatiivisuudesta ei myöskään sisälly mainittuihin kolmeen elementtiin.

Vastaavasti suuri osa hänen ihmiskuvaansa kyllä sisältyy talouden ja biologian samaistamiseen, mutta hänen *eettinen lähtökohtansa*, eräänlainen egalitaristinen utilitarismi, on tästä erillään. Tästä käyköön esimerkkinä ihmiselon kokonaismäärän maksimointi: mikään mainituista elementeistä ei näyttäisi johtavan siihen. Sitten on vielä taloustieteen *muodollinen puoli*: esimerkiksi virtojen, varojen ja varantojen systemaattinen erottelu ja erityisesti virta-vara-malli, joka oli teknisellä puolella hänen keskeisin rakentava avauksensa, ovat kyllä yhteensopivia kolmen elementin kanssa,

mutta niin olisi varmasti moni muukin menetelmällinen avaus. Näillä täydennyksillä ja seuraavaksi tarkasteltavalla bioekonomisella vähimmäisohjelmalla varustettuna biotaloustieteen kokonaisuus alkaa nähdäkseni hahmottua jo paremmin.

## Teema 24: Bioekonominen vähimmäisohjelma

Jos Georgescu-Roegen viljelikin moraalisia ja yhteiskunnallisia suosituksia pitkin poikin tuotantoaan, hän muotoili bioekonomisen vähimmäisohjelmansa selkeimmin artikkelissaan *Energy and Economic Myths* (Georgescu-Roegen 1972, erit. luku 11), johon seuraava katsaus perustuu. Pohjustaessaan vähimmäisohjelmaansa Georgescu-Roegen osoittaa, kuinka markkinamekanismi ei voi ratkaista sukupolvien välistä epäoikeudenmukaisuutta uusiutumattomien luonnonvarojen suhteen, ja päätyy peräänkuuluttamaan uudenlaista etiikkaa, jossa tulevat polvet huomioitaisiin yhtä empaattisesti kuin nykyisetkin. Luonnonvaroilta tarvitaan kvantitatiivisia rajoitteita, mutta ei veroin ja tuin, jotka hyödyttävät vain rikkaita ja poliittisessa suosiossa olevia. Aurinkoenergian suora hyödyntäminen tulee ottaa teknologisen kehityksen kärjeksi ja olemassaolevat tekniikat tulee saada kaikkien ulottuville. Ihmiskunnalta ei, jo ihmisen biologisen luonteenkaan vuoksi, voi odottaa kaiken kulutuksen ja saastutuksen lopettamista, mutta *tarpeettoman* kyllä. Tämä tarpeeton kulutus karsitaan seuraavien toimenpiteiden kautta:

- 1) Kaikkien aseiden ja sotakoneiden valmistus tulee lopettaa.
- 2) Tästä vapautuneiden ja muualta vapautettavien tuotantovoimien avulla kaikkien on yhdessä autettava köyhiä maita nostamaan elintasoaan kohtuulliselle, mutta ei ylelliselle tasolle.
- 3) Maailman väestö on asteittain vähennettävä luomuviljelyn sallimalle tasolle.
- 4) Uuden Prometheus-tekniikan mahdolliseen saapumiseen saakka kaikkea energian tuhlaamista, kuten ylikuumenemista, ylinopeutta, ylivalaisua ja niin edelleen on vältettävä ja tarvittaessa säänneltävä.
- 5) Ihmisten on päästävä eroon tuhoisasta mieltymyksestään kohtuuttomien vekottimien kulutukseen, jolloin niiden tuotantokin hiipuu.
- 6) Ihmisten on päästävä eroon muodin vitsauksesta ja opeteltava halveksumaan muotia.
- 7) Kulutushyödykkeistä on tehtävä kestäviä ja korjattavia.
- 8) Tolkuttomasta työstä<sup>41</sup> on päästävä eroon.

Ylläolevan katkelman lisäksi Georgescu-Roegen (1977) liittää vähimmäisohjelmaansa myös aiemmin esittämäni ajatuksen katumuksen minimoinnista hyödyn maksimoinnin sijaan. Bonaiuti (2011, s. 34) samaistaa vähimmäisohjelman näihin kahdeksaan kohtaan,

41 Esimerkkinä tolkuttomasta työstä on "parranajokoneen noidankehä", jossa parranajokonetta suunnitellaan nopeammaksi, jotta aamulla parranajo sujuisi nopeammin, jotta puolestaan töihin ehtisi aiemmin suunnittelemaan parranajokonetta nopeammaksi ja niin edelleen.

mikä on mielestäni aivan kohtuullinen tulkinta tekstistä. Itse kokoan tämän tutkielman puitteissa edellämainitut kahdeksan kohtaa, katumuksen minimoinnin, aurinkoenergian kehittämisen priorisoinnin ja luonnonvarojen käytön kvantitatiiviset rajoitukset yhteen – unohtamatta uutta etiikkaa tämän kaiken taustalla – ja nimeän kokonaisuuden laajennetuksi *bioekonomiseksi ohjelmaksi*.

## 6 Georgescu-Roegenin vaikutus ekologiseen taloustieteeseen

Georgescu-Roegenin vaikutus ekologiseen taloustieteeseen ilmenee monilla tavoilla. Ensinnäkin on intellektuaalinen vaikutus: mitkä hänen ajatuksistaan ovat päätyneet ekologisen taloustieteen lähtökohtiin ja tutkimusotteisiin? Tätä voidaan lähestyä kahdella tavalla: yhtäältä vertaamalla ekologisen taloustieteen yleisiä piirteitä (luku 3.1) ja Georgescu-Roegenin avainajatuksia (luku 5) keskenään tai toisaalta tarkastelemalla Georgescu-Roegenia koskevaa keskustelua ekologisen taloustieteen kentällä. Tarkemmin ottaen ensimmäinen tapa oikeastaan tutkii sitä, missä määrin ekologinen taloustiede muistuttaa Georgescu-Roegenin hahmottelemaa perustaa uudelle taloustieteelliselle paradigmalle<sup>42</sup> ja vastaako se kritiikkiin, jota hän kohdisti olemassaoleviin taloustieteen suuntauksiin. Jälkimmäinen yrittää tavoittaa jotakin siitä, miten Georgescu-Roegenin ajatukset otettiin ääneenlausutusti vastaan ekologisen taloustieteen piirissä.

Intellektuaalisen lisäksi toinen elementti Georgescu-Roegenin vaikutuksessa on sosiaalinen: keitä ekologisen taloustieteen kannalta keskeisiä hahmoja hän tunsu ja miten hän vaikutti näihin? Tähän vaikuttaa huomattavasti historiallinen konteksti (luku 3.2). Tämä katsaus on tutkimuksessani hyvin pintapuolinen ja nojaa vahvasti Georgescu-Roegenin henkilöhistoriaan (luku 4) sekä Inge Røpken (2004, 2005) tieteentutkimuksellisiin artikkeleihin.

### 6.1 Intellektuaalinen vaikutus oman vertailuni valossa

Georgescu-Roegenin avainajatusten ja ekologisen taloustieteen ominaispiirteiden vertailu paljastaa, että erittäin monet ekologisen taloustieteen yleisen tason peruspiirteet löytyvät jossakin muodossa Georgescu-Roegeninkin kirjoituksista. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että kausaalisuhde olisi löytynyt ja suoraviivainen. Käyn seuraavassa lyhyesti läpi löytämiäni yhtäläisyyksiä saman kattoteemoihin jakautuvan jäsenyyksen kautta, jota käytin Georgescu-Roegenin avainajatuksia käsitellessäni (luku 5).

---

<sup>42</sup> Voidaan ajatella, että tämä paradigma typistyi hänen esittämänsä biotaloustieteeseen, mutta tässä vertailussa otan huomioon hänen ehdotuksiaan laajemminkin.

## *Entropia ja luonnontieteet*

Entropian laki, joka määrittää Georgescu-Roegenin ajattelua huomattavasti, löysi tiensä ekologisen taloustieteen perustaan (ks. Kuvio 2). Georgescu-Roegenin johtopäätökset entropian laista ja erityisesti hänen esittämänsä "termodynamiikan neljäs pääsääntö" menivät hyvin pitkälle, eikä ekologisen taloustieteen voi väittää ottaneen niitä sellaisenaan vastaan, mutta perusajatus entropian lain toiminnasta ja perustavanlaatuisesta merkityksestä taloudelle on sama: taloudellinen toiminta hyödyntää matalan entropian resursseja ja jättää jäljelle korkean entropian jätteitä (ks. Cleveland 1999).

Ajatus täydellisen kierrätyksen viimekätisestä mahdottomuudesta ei tullut sellaisenaan vastaan ekologisen taloustieteen lähtökohtien luonnehdinnoissa, mutta ottaen huomioon koulukunnalle tyypillisen teknologisen pessimismin, voidaan sanoa, että jokseenkin samoilla linjoilla sielläkin liikutaan. Aiheesta on käyty paljon keskustelua ekologisen taloustieteen kentällä (ks. esim. Cleveland 1999).

## *Ihmiskunnan historia ja tulevaisuus*

Georgescu-Roegenin antropologis-historiallinen näkemys (eksosomaattinen kehitys yhteiskunnallisen konfliktin lähteenä) on siinä määrin spesifi, ettei ekologisen taloustieteen piiristä kannata etsiä niin täsmällistä jaettua historiakäsitystä. Sen sijaan ajatukset siitä, että ihmistoimintaa rajoittavat vääjäämättömällä tavalla biofyysiset reunaehdot (ks. Kuvio 1), tai että ehtyviin uusiutumattomien luonnonvarojen varantoihin nojaaminen on kestämatöntä (ks. esim. Costanza ym. 1991), löytyvät ekologisen taloustieteen perusajatuksista. Samoin teknologinen pessimismi, jota Georgescu-Roegen ehdottomasti edustaa, on tyypillistä ekologisen taloustieteen lähestymistavalle (ks. esim. Røpke 2005).

Georgescu-Roegenin ajatukset energiasta ylipäänsä – sen saatavuudesta ja käyttökelpoisuudesta, energianlähteiden laadun mittaamisesta ja Prometheus-teknikoista – eivät mene suoraan ekologisen taloustieteen yleisiin piirteisiin, mutta ovat ehdottomasti sen tarkastelun piirissä. Ennen kaikkea näitä teemoja käsitellään biofyysisen taloustieteen kentällä (ks. esim. Cleveland 1999), joka ainakin tältä osin voidaan lukea ekologisen taloustieteen osa-alueeksi.

## *Varsinainen taloustiede*

Vaikka asia jakaa mielipiteitä ekologisen taloustieteen itsereflektiivisessä keskustelussa, on historiallisen katsauksen valossa perusteltua sanoa, että koulukunta on syntynyt vastareaktionä uusklassiselle taloustieteelle, olkoonkin, että uusklassisiakin lähestymistapoja mahtuu ekologisen taloustieteen sateenvarjon alle. Kuten edellisissä luvuissa on tullut ilmi, uusklassisen taloustieteen kritiikki on erittäin vahva teema myös Georgescu-Roegenin myöhemmässä tuotannossa. Vaatimukset uuden taloustieteen normatiivisuudesta ja poikkitieteellisyydestä näkyvät myös sekä ekologisen taloustieteen peruspilareissa että Georgescu-Roegenin ajattelussa. Vaikkei hän eksplisiittisesti vaadi monitieteisyyttä tai poikkitieteellisyyttä kuin harvoin, hänen oma tutkimusotteensa näyttää sitäkin voimakkaammin esimerkkiä tämän ideaalin puolesta.

Georgescu-Roegenille läheiset epistemologiset kysymykset eivät hänen esittämässään, varsin korkealentoisessa muodossa päätyneet ekologisen taloustieteen perustaan, mutta sen tietyt elementit toistuvat ekologisessa taloustieteessä varsin selkeästi. Esimerkiksi hänen peräänkuuluttamansa herkkyys mittakaavalle, siihen liittyvälle epälineaarisuudelle ja sitä kautta emergenssille ovat vahvasti läsnä ekologisessa taloustieteessä systeemiteoreettisen ja -ekologisen näkökulman kautta<sup>43</sup>. Poikkitieteellisenä ekologinen taloustiede katsoo jo lähtökohtaisesti muutakin kuin numeroita, joten Georgescu-Roegenin varoitukset yltiöpäisen matematisoinnin vaaroista tulevat sitä kautta ainakin jollakin tapaa huomioiduiksi. Sama pätee liian innokkaiisiin "yksisilmäisiin" tarkasteluihin muutenkin, oli kyse rahasta kaikenkattavana arvon mittana tai energiasta ensisijaisena tuotantoa selittävänä tekijänä. Poikkitieteellisyys on myös hyvä lähtökohta taloudellisten ilmiöiden historiallisuuden tunnistamiseen.

Ajatus taloudellisen toiminnan ja arvon kulttuuri- ja kontekstisidonnaisuudesta tulevat niin ikään selvästi esiin molemmissa lähestymistavoissa. Myös talouskasvun tavoittelun kritiikki, oli kyse sitten rahassa mitatun bruttokansantuotteen tai materiaalsen tuotannon kasvusta, löytyy sekä Georgescu-Roegenilta että ekologiselle taloustieteelle tyypillisistä positioista. Teknisemmällä puolella Cobb-Douglas-tuotantofunktion kritiikki, jota Georgescu-Roegen voimakkaasti esitti, on poimittu suoraan Costanzan ym. (1997) johdantotekstiin.

### *Kritiikki*

Kiinnostavaa on tietysti katsoa myös, vastaako ekologinen taloustiede kritiikkeihin, joita Georgescu-Roegen kohdisti mielestään epätyytyttävälle lähestymistavoille. Edellä kävi ilmi, että esimerkiksi "etiikkattomuus", historiattomuus, teknokraattinen optimismi, talouden materiaalsen luonteen unohtaminen ja biosfäärin kantokyvyn talouskasvulle asettamien rajojen kiistäminen eivät ole katsaukseni perusteella pesiytyneet ekologiseen taloustieteeseen. Esitin niin ikään, että myöskään Georgescu-Roegenin epistemologinen kritiikki uusklassista taloustiedettä kohtaan ei ainakaan kaikilta osin osu ekologiseen taloustieteeseen.

Georgescu-Roegen oli tyytymätön uusklassisen taloustieteen taipumukseen soveltaa samoja teorioita hyvin erilaisiin yhteiskuntiin ja kulttuurisiin konteksteihin. Ekologisella taloustieteellä on poikkitieteellisyytensä turvin ainakin hyvät edellytykset välttää tämä sudenkuoppa, ja esimerkiksi Spashin (1999) mukaan ekologisessa taloustieteessä tyypillisesti tunnistetaan sosiaalisesti ja yhteisöllisesti muodostuvien arvojen rooli ympäristöongelmien ratkaisussa. Marxilaiseen taloustieteeseen kohdistuva kritiikki oli suurelta osin yhtenevää uusklassiseen kohdistuvan kanssa, enkä huomannut ekologisen taloustieteen peruspilareissa sellaista luokka-analyyttistä näkökulmaa, joka olisi selkeästi ollut lähempänä Marxin tai Georgescu-Roegenin ajattelua. Energeetikoita Georgescu-Roegen arvosteli aineen unohtamisesta ja arvon pelkistämisestä yhteen mittariin – näidenkin syytösten väistämiseen ekologisessa taloustieteessä on hyvät edellytykset<sup>44</sup>.

---

43 Oikeastaan osa Georgescu-Roegenin työstä termodynaamisine analyysineen ja virta-vara-malleineen oli varsin lähellä systeemiteoreettista lähestymistapaa, vaikkei Georgescu-Roegen itse siihen suuntaukseen suuremmin identifioitunutkaan.

44 On kuitenkin hyvä panna merkille, että Georgescu-Roegen (1989) kritisoi energian korostamisesta hinnanmuodostuksessa nimenomaisesti Costanzaa, joka on alusta asti ollut ekologisen taloustieteen näkyvimpiä edustajia.

Oikeastaan ainoa taloustieteellinen suuntaus, johon kohdistuva kritiikki tuntuu tällä tapaa purevan ekologiseen taloustieteeseen, on vakaan tilan talousajattelu. Tämä ei ehkä sikäli ole yllättävää, että vakaan tilan talouden vaikutusvaltaisin pioneeri, Herman Daly, on ollut myös ekologisen taloustieteen keskeisiä vaikuttajia alusta asti. Georgescu-Roegenin kritiikki perustui mm. täydellisen kierrätyksen mahdottomuuden vähättelyyn (joka oli hänen mielestään vakaan tilan ideaalin taustalla), epämääräisyydestä ja kestäväen kehityksen puolustamisesta. Kuten todettua, täydellisen kierrätyksen mahdottomuus ei ole ekologisen taloustieteen lähtökohta, vaan se voidaan sovittaa tai olla sovittamatta ekologisen taloustieteen kehikseen. Epämääräisyys, joka sallii lähes minkä tahansa näkemysten ja positioiden sisällyttämisen vakaan tilan talouteen, on kiistatta helppo löytää myös ekologiseen taloustieteen perusolemuksesta. Sitä, missä määrin ja missä mielessä ekologinen taloustiede edistää kestävä kehitystä, kuten Georgescu-Roegen myös suoraan väittää (Bonaiuti 2011, s. 41), on aineistojeni valossa vaikeaa määrittää, etenkin kun ottaa huomioon kestävä kehityksen käsitteen monitulkintaisuuden.

### *Ratkaisut*

Georgescu-Roegen peräänkuulutti "uutta etiikkaa", jonka mukaan ihmiskunnan pitäisi ottaa tulevat sukupolvet huomioon huomattavasti paremmin ja hyödyn maksimoinnista pitäisi siirtyä katumuksen minimointiin. Ekologisen taloustieteen perustavoitteissa sellaisina kuin ne Costanzan ym. (1997) johdantotekstissä ilmenevät, mainitaan resurssien oikeudenmukainen jako laji- ja sukupolvirajojen yli. Georgescu-Roegenin positio on selvästi sukua tälle, mutta vaativampi ja spesifimpi.

Georgescu-Roegenin biotaloustieteen elementit, jotka kävin läpi luvussa 5.5 (teemat 23 ja 24), eivät selvästi löydy ekologisen taloustieteen perustasta sellaisenaan. Entropian lain merkityksen osalta päästään jo lähelle, mutta talouden ja biologian fenomenologinen yhtäläisyys ei termodynamiikkaa ja yleistä, myös ekologiaan kurottavaa poikkitieteellisyyttä lukuunottamatta vaikuta ekologisessa taloustieteessä lainkaan niin keskeiseltä kuin biotaloustieteessä. Taloudellinen prosessi historiallisena eksosomaattisena transspondenssinä on hyvin spesifi, enkä löytänyt sille vastinetta ekologisessa taloustieteessä, joskaan ne eivät myöskään ole ristiriidassa keskenään. Ne Georgescu-Roegenin epistemologiset, eettiset ja muodolliset suositukset, jotka itse tulkitsin osaksi bioekonomista ohjelmaa, tulivat käsitellyiksi edellä.

Georgescu-Roegenin poliittinen manifesti, oli se sitten bioekonominen vähimmäisohjelma tai minun tulkitsemani laajennettu bioekonominen ohjelma, on reseptinä aivan liian spesifi löytääkseen tietä tieteellisen koulukunnan perustuksiin. Sen henki ei kuitenkaan ole kovin kaukana ekologisen taloustieteen yleisestä eetoksesta, josta paistaa huoli ihmiskunnan ylikulutuksesta.

## 6.2 Intellektuaalinen vaikutus muun kirjallisuuden valossa

Erillinen kirjallisuuskatsaus avaa vielä yhden näkökulman Georgescu-Roegenin elämäntyöhön ja intellektuaaliseen perintöön. Hänen työtään ja vaikutustaan käsittelevää kirjallisuutta on enemmän kuin mitä tähän tutkimukseen oli kohtuullista sisällyttää (ks. luku 2.2). *Journal of Ecological Economics* -lehden Georgescu-Roegenia käsittelevä teemanumero (22. vuosikerta, numero 3, syyskuu 1997), tämän kunniaksi koottu esseekokoelma (Mayumi & Gowdy, toim. 1999) sekä pari muuta lyhyttä tekstiä tarjoavat mahdollisuuden triangulaatioon tutkimuskysymyksen suhteen. Kirjallisuuskatsaus on pintapuolinen, enkä katsonut tämän tutkimuksen laajuuden kannalta perustelluksi kahlata läpi teemanumeron tai Mayumin ja Gowdyn (toim. 1999) kokoelman jokaista artikkelia systemaattisesti kokonaan. Sen sijaan kirjasin kaikista artikkeleista ylös, mitä teemoja ne käsittelivät, ja osan niistä<sup>45</sup> kävin läpi perusteellisemmin.

Katsaus Georgescu-Roegenia käsittelevään kirjallisuuteen ekologisen taloustieteen kentällä osoittaa, että hänen tuotantonsa kokonaisuus tunnetaan varsin hyvin. Herman Dalyn (1995) perusteellinen muistokirjoitus käy läpi huomattavan määrän Georgescu-Roegenin ajatuksia ja niiden kontrastia uusklassiseen taloustieteeseen. Samoin ekologisen taloustieteen tutkijoiden John M. Gowdyn ja Raluca I. Iorgulescun (2003) tiivistävä arvio T. Randolph Beardin ja Gabriel A. Lozadan (1999) Georgescu-Roegenia koskevasta kirjasta listaa tämän tutkimusteemoja hyvin kattavasti. Myös ekologisen taloustieteen tutkijoiden Cutler Clevelandin ja Matthias Ruthin (1997) artikkeli nimenomaan luotaa Georgescu-Roegenin kontribuutioita. Nämä kolme tekstiä yhdessä kattavat jotakuinkin kaikki itse poimimani teemat ja väitteet jossakin muodossa niiltä osin kun yksityiskohtaisuuden tasot kohtaavat. Joitakin spesifimpiä teesejä, kuten bioekonomisen vähimmäisohjelman vaatimuksia tai Georgescu-Roegenin uuden etiikan lähtökohtaa "rakasta lajiasi" ei löytynyt näistä sellaisenaan, mutta pidän näitä pikemmin yksityiskohtina, etenkin ekologisen taloustieteen näkökulmasta.

Entropian lain rooli taloudellisen prosessin tarkastelussa nousee tuskin yllättäen varsin keskeiseksi asiaksi kaikissa kolmessa tekstissä. Suoranaisesti Georgescu-Roegenin muotoilema "termodynamiikan neljäs pääsääntö" esiintyy näistä kolmesta vain Clevelandilla ja Ruthilla (1997), jotka käsittelevät sen seurauksia ja kritiikkiä perinpohjaisesti. Johtopäätös on selkeä: Georgescu-Roegenin muotoilu meni liian pitkälle eikä pidä paikkaansa yleisenä lakina, ja päinvastoin sitä vastaan on lukuisia vastaesimerkkejä. Tästä huolimatta ajatus, että taloudellinen toiminta on biofysiikan näkökulmasta matalan entropian resurssien muuntamista korkean entropian jätteiksi, tunnustetaan tärkeäksi lähtökohdaksi talouden tarkastelussa.

*Journal of Ecological Economics* -lehden Georgescu-Roegenille omistetussa teemanumerossa (22. vuosikerta, numero 3, syyskuu 1997) annetaan paljon tilaa Cobb-Douglas-tyyppisen tuotantoyhtälön kritiikin ruodinnalle. Vierailevana päätoimittajana Daly haastaa Robert Solow'n ja Joseph Stiglitzin vastaamaan Georgescu-Roegenin vaiettuihin syytöksiin vuosikymmenten takaa, ja useat ekologiset taloustieteilijät tuovat

---

45 Näihin lukeutuivat Mayumin ja Gowdyn (toim. 1999) teoksesta tekstit Cleveland (1999), Daly (1999) ja Mayumi & Gowdy (1999) sekä teemanumerosta Clevelandin ja Ruthin (1997) artikkeli ja Georgescu-Roegen vs. Solow-Stiglitz -debatti (ks. tämän tutkielman alaviite 46).



väittelyyn oman panoksensa<sup>46</sup>. Teemanumeron muut tekstit käsittelevät Georgescu-Roegenin tuotannon kokonaisuutta monipuolisesti: tarkasteltavana ovat toki entropian laki ja fysiikan teoreettiset pohdinnat (mm. Ayres 1997, Mayumi 1997, Perrings 1997, Söllner 1997), mutta myös maatalousvetoisen yhteiskunnan taloustiede ja instituutiot (Martínez Alier 1997) sekä käyttökelpoiset teknologiat (Gowdy & O'Hara 1997). Lisäksi aiemmin mainittu Clevelandin ja Ruthin (1997) artikkeli tarkastelee Georgescu-Roegenin kontribuutioita varsin laajasti.

Mayumin ja Gowdyn (toim. 1999) kokoama artikkelikokoelma alaotsikolla "esseitä Nicholas Georgescu-Roegenin kunniaksi" sisältää hyvin laajalti erilaisia näkökulmia Georgescu-Roegenin tuotantoon. Pääasiassa tekstit keskittyvät samoihin teemoihin kuin oma aineistoni, ja hyvin pitkälti samat keskeiset elementit nousevat esiin niissä ja omassa luennassani. Toisaalta osa artikkeleista keskittyy Georgescu-Roegenin varhaisempaan tuotantoon, kuten maatalousyhteiskunnan talouden tarkasteluun ja kuluttajan valintateoriaan, joten sikäli ne eivät mene aivan yksiin omien huomioideni kanssa.

Merkillepantavaa on, että useissa tämän teoksen teksteissä syvennetään tai sovelletaan Georgescu-Roegenin teoreettista ajattelua. Erityisesti systeemitteorian ja termodynamiikan piirissä Georgescu-Roegenin ajatuksille pohjautuvat jatkokehittelyt näyttävät elävän omaa elämäänsä (Funtowicz & O'Connor 1999, Lozada 1999, Tsuchida 1999). On kiinnostavaa nähdä, että Georgescu-Roegenin teorioita on myös sovellettu tapausesimerkkeihin ahkerasti: tarkasteltavana ovat mm. biopolttoaineet ja väestönkasvu (Giampietro & Pastore 1999), tietoliikenne (Morroni 1999), ympäristötuho ja saasteet (Tsuchida 1999) sekä Georgescu-Roegenille itselleenkin läheinen aurinkoenergia (Mayumi 1999).

Tämän kirjallisuuskatsauksen valossa on selvää, että Georgescu-Roegenin tuotannon monialaisuus heijastuu myös hänen perinnössään: hyvinkin erilaisiin ekologisen taloustieteen haaroihin erikoistuneet tutkijat ovat ammentaneet paljon hänen kirjoituksistaan. Georgescu-Roegen on selvästi saanut osakseen ihailua, mutta ei niinkään varauksetonta ylistystä kuin kriittistä arvostusta ja kunnioitusta. Tässä mielessä hän ei näyttäydy ekologisen taloustieteen pyhimyksenä, vaan tärkeänä innoittajana ja originellina, mutta kiisteltyä ajattelijana. On myös huomattava Bonaiutin (2011, s. 28–29, 37–39) sekä Clevelandin ja Ruthin (1997) esittelemät väittelyt, joissa Georgescu-Roegenia kohtaan on esitetty hyvinkin suorasanaista kritiikkiä (ks. myös Ayres 1997, Kåberger & Månsson 2001).

## 6.3 Sosiaalinen vaikutus

On selvää, että Georgescu-Roegenilla oli suuri vaikutus Herman Dalyyn, joka oli hänen oppilaansa ja tutustui termodynaamiseen talousajatteluun hänen opetuksensa kautta 1960-luvulla (Røpke 2004). Daly, joka mm. Røpken (mt.) artikkelin perusteella oli ekologisessa taloustieteessä keskeinen tekijä niin sosiaalisesti kuin intellektuaalisestikin, ammensi paljon Georgescu-Roegenin ajattelusta, heidän

---

46 Keskustelu koostuu seuraavista teemanumeron artikkeleista: Ayres (1997), Castle (1997), Clark (1997), Common (1997), Daly (1997a, 1997b), Opschoor (1997), Pearce (1997), Peet (1997), Perrings (1997), Solow (1997), Stiglitz (1997), Tisdell (1997) ja Turner (1997).

erimielisyyksistään huolimatta. Tämä muodostaa varsin suoran yhteyden Georgescu-Roegenin ajattelusta ekologisen taloustieteen syntyyn.

Toisaalta, kun ottaa huomioon Georgescu-Roegenin ynseän suhtautumisen Dalyn kirjoituksiin myöhemmin, hänen vaikutuksensa voidaan nähdä myös kahtalaisena: Georgescu-Roegen kritisoi ekologisen taloustieteen koulukuntaa (ks. Bonaiuti 2011, s. 41)<sup>47</sup> ja kieltäytyi kutsusta lehden toimituskuntaan. Kritiikki tuli Bonaiutin (mt.) perusteella esiin lähinnä yksityisessä kirjeenvaihdossa ja noudatteli samoja linjoja kuin vakaan tilan talousajattelun kritiikki – sillä lisäyksellä, että ISEEn toiminta on "pelkkää puhetta ja sekin väärään suuntaan"<sup>48</sup>.

Georgescu-Roegen tunsi henkilökohtaisesti myös mm. Joan Martínez Alierin, jonka kanssa he kävivät keskusteluja taloustieteen historian biofyysisistä aineksista (ks. Røpke 2004). Etenkin Georgescu-Roegenin pääteoksen vaikutus Martínez Alierin (kuten monien muidenkin tulevien ekologisen taloustieteen tutkijoiden) ajatteluun oli suuri, ja Martínez Alier puolestaan oli ekologisen taloustieteen merkittäviä perustajia Euroopassa (Røpke, mt.). Martínez Alier (1987, s. ix) mainitsi vuonna 1987 Georgescu-Roegenin olevan "edelleen johtava kirjoittaja ekologisen taloustieteen kentällä" – siitä huolimatta, ettei tätä Røpken (2004) artikkelin perusteella ollut näkynyt ekologisen taloustieteen syntyyn johtaneissa tapaamisissa.

Georgescu-Roegenin sosiaaliseen vaikutukseen tuo arvokkaan lisän Samuel Lee Iglesiaksen (2009) tutkielma, joka perustuu haastatteluihin ja Duke Universityn arkistossa säilytettyyn Georgescu-Roegenin kirjeenvaihtoon. Iglesias (mt., esim. s. 19, 25–27, 43–44) kuvaa Georgescu-Roegenin huomattavan hankalana henkilönä, jonka heikot sosiaaliset taidot ja tiukan akateeminen kommunikointityyli karkoittivat ihmisiä ja yhteistyökumppaneita tämän ympäriltä joko tylyydellään tai vaikeaselkoisuudellaan. Iglesiaksen (mts. 34–35) tutkielma nostaa esiin tapausesimerkkejä siitä, kuinka jotkut poikkitieteelliset julkaisupyrkimykset kaatuivat näiden nimenomaisten syiden lisäksi hänen vaativaan perfektionismiinsa, ja kuinka Georgescu-Roegen vihastui ja katkeroitui näistä tapauksista entisestään.

Iglesiaksen (2009, s. 25–26) haastattelussa Daly kuvailee, kuinka Georgescu-Roegenin jyrkkä olemus ja voimakkaat reaktiot tekivät tästä pelottavan kollegoiden ja opiskelijoiden silmissä. Osittain tätä kohtaan osoitettu kunnioitus saattoikin olla jonkinlaista verhoilua pelkoa. Iglesias (mts. 13–15) tulkitsee myös eräänlaisen hymistelykulttuurin syntyneen Georgescu-Roegenin ympärille: tätä saatettiin hänen mukaansa ulospäin tukea ja kohdella suurella kohteliaisuudella, vaikka nämä samaiset kollegat eivät asiasisällöissään ainakaan julkisesti asettuneetkaan samoille linjoille. Näkyvin esimerkki tästä on uusklassisen taloustieteen merkittävä kehittäjä Paul A. Samuelson, joka kirjoitti Georgescu-Roegenin *Analytical Economics* -teokseen (Georgescu-Roegen 1966) sekä Mayumin ja Gowdyn (toim. 1999) kokoelmaan Georgescu-Roegenia ja tämän kriittistä ajattelua ylistävät esipuheet, muttei koskaan missään omissa tutkimuksissaan tai edes kirjoittamisissaan oppikirjoissa viitannut tämän työhön (ks. esim. Daly 1995). Päinvastoin, kuten Daly (1999) pohtii, tämä vaikeneminen on suorastaan merkillepantavan totaalista<sup>49</sup>. Iglesiaksen (2009, esim. s. 6–

47 Ekologisen taloustieteen kritiikki ei näkynyt varsinaisessa aineistossani, joten se ei myöskään ilmennyt Georgescu-Roegenin avainajatuksissa luvussa 5.

48 Georgescu-Roegenin kirjeenvaihto ei lukeudu tämän tutkimuksen aineistoihin, joten en tutustunut siihen muuten kuin siltä osin, kun Bonaiuti (2011) ja Iglesias (2009) siteeraavat kirjeitä.

49 Ks. myös Bonaiuti (2011), s. 12–13.

8, 13–14) mukaan tämä käyttäytyminen on ruokkinut ekologisen taloustieteen piirissä tyypillistä tulkintaa Georgescu-Roegenin saamasta vähäisestä huomiosta "vastaanottopuolen epäonnistumisena" (engl. *reception-side failure*). Tällaisessa luennassa Georgescu-Roegen uhriutetaan väärinymmärrettynä nerona, vaikka mm. Iglesiasin tutkielman (mts. 9, 28, 38–39, 43–44) valossa on ilmeistä, että hän myöskin itse kommunikoi omassa työssään huomattavan epäonnistuneella tavalla (ks. myös Røpke 2004). Georgescu-Roegenille itselleen tällainen tulkinta oli hyvinkin suopea, ja hän selvästi näki asian itsekin tähän tapaan (ks. esim. Georgescu-Roegen 1989; Iglesias 2009, s. 12–13).

Georgescu-Roegenin sosiaalinen vaikutus ekologisen taloustieteen kehitykseen on siis kaikesta päätellen ollut ristiriitainen. Dalyn, Martínez Alierin ja Mayumin kaltaisiin keskeisiin kirjoittajiin hän on ensinnäkin vaikuttanut hyvin inspiroivalla tavalla, ja nämä kunnioittavat tätä suuresti. Toisaalta hän on dramaattisesti sanoutunut irti ekologisesta taloustieteestä – etenkin Dalyn ja Costanzan suuntauksesta – sekä katkerana polttanut useita siltoja, jotka olisivat voineet viedä poikkitieteellistä tutkimusta harppauksin eteenpäin. Tästä kaikesta tulee selväksi, että Georgescu-Roegenin vaikutuksen ymmärtämisessä sosiaalisella aspektilla on huomattava merkitys.

## 7 Pohdintaa

### 7.1 Georgescu-Roegenin rooleista

*Keisari ilman vaatteita?*

Iglesias (2009, s. 13–15) ja Georgescu-Roegen (1989) kuvailevat kulttuuria, jossa Georgescu-Roegenin työ herätti yhtäältä kunnioitusta ja jopa ylistystä, mutta toisaalta sen välittömät vaikutukset jäivät vähäisiksi, sillä niitä ei joko ymmärretty kunnolla tai uskallettu kritisoida. Tämä herättää kysymyksen koko ekologisen taloustieteen kohdalla: olisiko Georgescu-Roegen voinut olla jonkinlainen keisari ilman vaatteita? Kun kerran Dalyn ja Martínez Alierin kaltaiset ekologisen taloustieteen gurut pitivät Georgescu-Roegenia nerona, omaksuiko tutkijayhteisö laajemminkin tämän näkökulman liian kriittikömmästä? Voihan tietenkin olla, että moni nyökytellen tunnustaisi hänet viisaaksi pioneeriksi lukematta tai ymmärtämättä hänen tekstejään kovinkaan hyvin, sillä auktoriteettien valistunut (mutta voimakkaasti väritynyt) käsitys on vakiintunut ja yleistynyt. Tämä tarkoittaisi eräänlaisen henkilökultin syntymistä Georgescu-Roegenin ympärille, ja siihenkin luentaan olisi tässä tutkimuksessani joitakin aineksia. En kuitenkaan itse pidä tätä kokonaisuuden kannalta uskottavana johtopäätöksenä.

Mikäli tästä todella on ollut kyse, harmillista asetelmaa on sittemmin purkanut Georgescu-Roegeniin koulukunnan sisällä avoimesti kohdistettu yksityiskohtainen kritiikki ja tämän kritiikin vakiintuminen osaksi hänestä käytävää keskustelua. Näin ainakin Georgescu-Roegenin ilmeisimmät virheet pysyvät tapetilla tavalla, joka jossakin määrin suojaa niiden virheelliseltä soveltamiselta. Tutkimuksen laadun kannalta henkilökultti olisi tietenkin epätoivottava ilmiö, mutta koska ekologisen taloustieteen pluralistiseen ja rönsyilevään piiriin mahtuu monenlaisia näkökulmia ja keskusteluja,

voisi ainakin toivoa ilmiön haittapuolien nousevan pintaan ja tulevan käsitellyiksi – onhan kyseessä kuitenkin tiedeyhteisönä itseään pitävä yhteisö.

### *Pioneerin haparointi sekoitti pakkaa*

Kuten todettua, Georgescu-Roegen oli merkittävä ja provokatiivinen tekijä muutaman vuoden sisään osuneessa sykäyksessä, jossa kourallinen eri aloilta ja eri taustoista ponnistavia tutkijoita kirjoitti uudenlaisia, kokonaisvaltaisia ja poikkitieteellisiä avauksia talouden ja yhteiskunnan biofyysisestä perustasta. Georgescu-Roegen yhtäältä ohjasi tätä sykäystä omaan suuntaansa ja toisaalta toi sille lisää näkyvyyttä. Etenkin valtavirran taloustieteilijöiden keskuudessa Georgescu-Roegenin työ herätti huomiota, vaikka vaikutus jäikin sillä erää mitättömäksi. Hänen korkealentoinen akateeminen kirjoitustyyhinsä, joka vilisi viittauksia historiaan ja eri tieteenalojen erikoistuneeseen kirjallisuuteen, teki epäilemättä suuren vaikutuksen osaan lukijoista. Toisaalta juuri tämäntyylinen ilmaisu on varsin vaikeasti lähestyttävää, kuten Røpken (2004) haastatteluissakin todetaan, ja varmasti vieraannutti osan lukijoista. Näin ollen voisi kuvitella, että tinkimätön ja osin raskaskin viestintätyyli<sup>50</sup> on hyvin voinut karkottaa kiinnostuneita lukijoita ja tulevia tutkijoita, jotka olisivat voineet inspiroitua pehmeämmästä ilmaisusta. Esimerkiksi Kenneth Bouldingin (1966) ja Herman Dalyn (1977) yleistajuisemmat tekstit puolestaan onnistuivat tässä paremmin (ks. esim. Røpke 2004).

Kirjoitustyylin lisäksi aiheiden ja niiden käsittelytapojen valinnat osaltaan myös rajasivat keskustelua. Georgescu-Roegen sisällytti pääteokseensa (1971) todella monta kokonaisuutta ajan luonteesta, entropian tulkintojen historiasta, epistemologiasta ja tieteenfilosofiasta monenlaiseen valtavirran taloustieteen kritiikkiin, virta-vara-malleihin ja evoluutioon. Kokonaisuus on niin laaja-alainen, että siihen tarttuminen ja keskustelun jatkaminen yksityiskohtien tasolla vaatii paitsi laajaa lukeneisuutta, myös huomattavasti kanttia. Georgescu-Roegenin maailmaasyleilevällä ja huolitellulla tekstillä oli toki oma, tärkeä roolinsa laajemmassa keskustelussa, ja sen sofistikoituneisuus varmasti toi myös lisää uskottavuutta luomapuilla olleen ekologisen taloustieteen huolenaiheille ja näkökulmille. Tunnen kuitenkin, että hänen valitsemansa lähestymistapa osin myös petasi kohteliaan hiljaisuuden ja hymistelevän kehumisen sävyttämää reagointia, jota hän itsekkin valitteli (ks. esim. Georgescu-Roegen 1989). Minulla ei ole jälkiviisasta ehdotusta siitä, mikä olisi ollut "parempi" käsittelytapa näille aiheille – eikä Georgescu-Roegenin pääteos sitä paitsi suinkaan ollut hänen ainoa avauksensa, vaan yksi suuri projekti lukuisten artikkelien, esitelmien ja yleisöluentojen joukossa. Näkisin kuitenkin, että valitessaan tämän tyylin, fokuksen ja formaatin Georgescu-Roegen kirjoitti yleisölle, jonka hän toivoi olevan suuri, mutta joka tosiasiallisesti olikin hyvin pieni, ja tämä odottamaton ristiriita aiheutti hänelle karvaan pettymyksen.

Vielä yksi, kenties valitettavin tapa, jolla Georgescu-Roegenin työ osaltaan myös haittasi hedelmällisen keskustelun ja inspiroivan tutkijayhteisön syntyä, oli tietenkin hänen kiusallinen kardinaalivirheensä sen eri muodoissa: ensin entropian lain

---

50 Georgescu-Roegenin teksti oli kylläkin pääasiassa elävää ja kaunopuheista, mutta se ei vielä tee siitä helposti ymmärrettävää. Tietenkin aiheetkin olivat sellaisia, että niiden paketoiminen selkeiksi ja helposti hahmotettaviksi kokonaisuuksiksi on vähintäänkin haastavaa, kuten olen itsekkin tämän tutkielman parissa saanut huomata.

sovellusalan ymmärtäminen väärin, ja myöhemmin "termodynamiikan neljäs pääsääntö", joka ei kestänytkaan lähempää tarkastelua (ks. esim. Ayres 1997, Cleveland & Ruth 1997, Bonaiuti 2011, s. 37–39). On tavallaan surullista, että hänen yltiöpäisen kunnianhimoisen, jopa suuruudenhullu yrityksensä muotoilla uusi, perustavanlaatuinen fysiikan laki, meni sillä saralla pieleen ja keskitti paljon huomiota teoreettisen fysiikan perusteita koskevaan kiistelyyn. Georgescu-Roegenin keskeinen tavoite ei varmastikaan ollut mullistaa fysiikkaa, vaan vakiintuneet tavat hahmottaa taloutta ja ihmisen toimintaa biofyysisessä todellisuudessa.

Näkisin itse, että vaikka neljäs pääsääntö on lopulta onneton yritys teoreettisen fysiikan alalla, Georgescu-Roegenin johtopäätökset täydellisen kierrätyksen mahdottomuudesta ovat etupäässä fossiilisiin polttoaineisiin perustuvan teollisen yhteiskunnan kannalta siitä huolimatta aivan relevantteja. Näin ollen Georgescu-Roegenin tärkeät huomiot olisivat olleet perusteltavissa paljon vähemmän provokatiivisilla ja helpommin hyväksyttävillä perusteilla, mutta hänen sinänsä kekseliäs yrityksensä pohjata niitä universumin perusluonteeseen meni aivan liian pitkälle ja langetti syvän varjon hänen uskottavuudelleen. Vielä kun peilaa tätä tapausta Georgescu-Roegenin persoonallisuutta ja henkilöhistoriaa vasten, se on helppo nähdä kovin valitettavana harha-askeleena vaikeakulkuisella polulla, jolle harva olisi uskaltanut edes lähteä. Epäilemättä juuri tämä sama perustavanlaatuisuus ja provokatiivisuus toi koko asialle myös kaivattua huomiota, mutta sen hintana olivat uskottavuuden kärsiminen ja keskustelun kiinnittyminen epäolennaisuuksiin.

On vielä huomautettava, että vaikka ekologisen taloustieteen kentällä Georgescu-Roegenin virhettä ja entropian tulkintoja on ruodittu varsin perinpohjaisesti (ks. esim. Ayres 1997, Cleveland 1999, Lozada 1995), on vaarana, että populaarimmassa kirjallisuudessa virheelliset käsitykset jatkavat elämäänsä. Esimerkiksi Georgescu-Roegenin osin leväperäinen termodynaamisten käsitteiden käyttö<sup>51</sup> on löytänyt tiensä degrowth-liikkeen kirjallisuuteen: yksi degrowth-liikkeen johtavista teoreetikoista, taloustieteilijä Serge Latouche (2016, s. 109) sekoittaa toisiinsa suljetun ja eristetyn systeemin puhuessaan entropian laista samalla tavalla kuin Georgescu-Roegen eräässä aineistoni tekstissä (Georgescu-Roegen 1972, luku 2, erit. alaviite 8, ks. myös tämän tutkielman luku 5.1). Tämä on toki vain yksi esimerkki, mutta kun yksi liikkeen keskeisistä popularisoijista ohimennen toistaa Georgescu-Roegenin virheen<sup>52</sup>, se paljastaa valitettavan mahdollisuuden, että myös virheellinen neljäs pääsääntö saattaa pulpahtella esiin siellä täällä jatkossakin.

### *Teoreettista ja käsitteellistä työtä tukee metodologinen inspiraatio*

Ehkä osin johtuen aineistoni valikoitumisesta juuri tällä tavalla, minulla oli pitkään tunne, että Georgescu-Roegenin korkealentoinen työ jäi liihottelemaan ylätasolle, jäsenysten, peruseriaatteiden ja epistemologisten lähtökohtien maailmaan. Toki tällä tasolla Georgescu-Roegen julkaisikin uusia avauksia. Hän kehitti kuitenkin myös omaa metodologiaansa, kuten virta-vara-mallia, ja korosti moneen otteeseen tutkimuksen empiirisen perustan ja historiallisen kontekstin ymmärtämisen tärkeyttä. Kuitenkin

51 Ks. kuvaukseni termodynaamisten systeemien määritelmistä ja Georgescu-Roegenin niihin liittyvästä haparoinnista luvun 5.1 alussa.

52 Ei tietenkään ole selvää, että Latouche olisi kopioinut virheellisiä ilmaisuja Georgescu-Roegenilta: kuten luvussa 5.1 esitin, erityisesti suljetun systeemin tekninen merkitys on siinä määrin epäintuitiivinen, että käsitteet voivat mennä helposti sekaisin keneltä tahansa.

vasta lukiessani Mayumin ja Gowdyn (toim. 1999) kokoelmaa koin, että hänen teoreettista työtään on myös tosiasiallisesti sovellettu käytäntöön ja syvennetty, eikä hänen kontribuutionsa ole ollut "vain" tieteenalan suurten suuntaviivojen ja maailmankuvallisen hahmotuksen kehittämistä. Edelleenkin katson, että tämä ylätaso korostuu huomattavasti hänen perinnössään, mutta ei sentään yksipuolisesti. Osin tämä korostuminen johtunee myös aineiston rajauksesta ja fokuksesta.

### *Georgescu-Roegen ekologisen taloustieteen klassikkona*

Tutkimukseni aikana mieleeni muistui sosiologian peruskurssilla kohtaamani pohdinta sosiologian *klassikoista* ja siitä, mikä klassikko oikeastaan on. Palasin sosiologian kurssikirjallisuuden äärelle ja totesin, että Jari Aron ja Pertti Jokivuoren (2010) sekä Jukka Gronowin kollegoineen (Gronow ym. 1996) muotoilemat ajatukset klassikoiden luonteesta antavat kelvollisia aineksia myös Georgescu-Roegenin roolin tarkasteluun ekologisen taloustieteen kentällä. Nämä teokset tietenkin pohtivat nimenomaan sosiologian klassikoiden asemaa sosiologiassa, mutta niitä voi yrittää soveltaa analogisesti myös ekologiseen taloustieteeseen. Toki ekologisen taloustieteen tutkijayhteisö saa itse määritellä omat klassikkouden kriteerinsä, mutta en ole törmännyt sellaisiin tätä tutkimusta tehdessäni, joten sallittakoon tässä yhteydessä laina toisen yhteiskuntatieteen puolelta.

Ensin on todettava, että klassikko-termiä voidaan sosiologiassa käyttää yhtä lailla kirjallisesta teoksesta kuin sen kirjoittajastakin. Tämä sekoittaa keskustelua jo heti alkumetreillä. Toisekseen on todettava, kuten Gronow ym. (1996) sosiologi Robert K. Mertonin mukaillen, ettei sosiologinen ymmärrys ja tieto ole samalla tavalla kumuloituvaa kuin luonnontieteellinen. Tämän johdosta varhainen sosiologinen kirjallisuus ei myöskään "vanhene" samalla tavalla kuin luonnontieteellinen, vaan on oppihistoriallisen näkökulman lisäksi kiinnostavaa myös käytön kannalta. Ekologisessa taloustieteessä on jo poikkitieteellisyytensä vuoksi kummankintyyppistä ajattelua, ja sikäli osittaisen klassikkovetoisuuden voi ajatella olevan ainakin mahdollista myös sen piirissä.

Nämä kaksi sosiologian oppikirjaa lähestyvät klassikon käsitettä klassikon funktion ja käytön näkökulmasta, mutta hiukan eri tavoilla. Kumpikaan ei anna täsmällistä määritelmää klassikolle, mutta Aron ja Jokivuoren (2010) kirjan esipuhe ja johdanto sisältävät liudan "klassikkomaisia" piirteitä, käyttöjä ja rooleja. Listaan tekstistä poimimani piirteet alle.

- Klassikko ei puhuttele vain aikalaisiaan, vaan sen äärelle palaavat yhä uudet tutkijasukupolvet.
- Klassikko määrittelee kehittyvää tieteenalaa sekä antaa sille yhteisiä tapoja puhua ja "yleispäteviä lähtökohtia", joita ei voi kyseenalaistaa kyseenalaistamatta koko tieteenalaa.
- Klassikkokirjoittajan tuotanto on laaja ja monitulkintainen sekä sisältää monia aineksia ja tasoja, kenties ristiriitojakin.

- Klassikon suurinta antia eivät ole niinkään sen empiirisesti koetellut teoriat, vaan sen käsitteelliset lähtökohdat siitä, miten tutkimuskohdetta tulisi tarkastella.
- Klassikkoon viittaaminen identifioi tutkijan tietyn ajatusperinteen jäseneksi ja tuo tämän puheille auktoriteettia ja uskottavuutta.
- Klassikoiden ympärille muodostuu erityisiä intellektuaalisia traditioita tai koulukuntia.
- Klassikkotutkimukset ovat hyviä esimerkkejä alan tutkimuksesta.
- Klassikko voidaan "kanonisoida" eli siihen voidaan pahimmillaan suhtautua täysin kriittittömästi ja varauksettomasti. Tyypillisesti klassikoita kuitenkin tarkastellaan kriittisesti ja niitä vasten peilataan uusia ajatuksia ja teorioita. Toisaalta klassikkoteokset ovat päteviä rakennuspalikoita uusille synteeseille.
- Klassikkokirjoittaja voidaan omia tai jopa "kaapata" tieteenalan perustajaksi.

Erittelemättä jokaista määrittelevää piirrettä on perusteltua sanoa, että ainakin Aron ja Jokivuoren (2010) ajatuksia seuraamalla Georgescu-Roegenia voidaan perustellusti pitää ekologisen taloustieteen klassikkona. Entropianäkökulman keskeisyys, taloudellisen toiminnan aineenvaihdunnallinen kuvaus ja poikkitieteellinen lähestymistapa ovat juuri sellaisia käsitteellisiä ja yleispäteviä lähtökohtia, jotka nähdäkseni määrittävät ekologista taloustiedettä varsin laajalti. Tieteenalan filosofisten perusteiden myllertäminen ja esimerkiksi paleoantropologiset narratiivit eksosomaattisesta kehityksestä taas ovat niitä muita tasoja ja uudelleen tulkittavia kehyksiä, joihin uusia teorioita voi peilata tai joiden pohjalle niitä voi rakentaa. Valtavirran taloustieteen kritiikki on myös ekologisen taloustieteen syntyä ja suurelta osin sen myöhempääkin kehitystä määrittävä puhetapa ja identiteetti. Erittäin laaja-alaisesti kirjoittanut Georgescu-Roegen on myös häikäilemättömästi kaapattu sellaisen suuntauksen pioneeriksi, johon hän itse kieltäytyi samaistumasta. Hänen ajatustensa ympärille on selvästi muodostunut jonkinlaisten seuraajien joukko: katsoisin siihen kuuluviksi ainakin Mauro Bonaiutin, John M. Gowdyn, Gabriel Lozadan ja Kozo Mayumin sekä jossakin mielessä myös Herman Dalyn, joka ehdottomasti käytti Georgescu-Roegenin teorioita oman vakaan tilan taloutensa aineksina.

Gronow ym. (1996) seuraavat Mertonia klassikon käyttötarkoitusten kartoittamisessa. Klassikkokirjoittajan ajatuksia "löydetään" yhä uudestaan, usein "alkuperäistä" kömpelömmässä muodossa, ja ne pakottavat tutkijat uudelleenmuotoilemaan omiaan. Klassikko myös "opettaa arvostelukykyä ja makua" eli toimii jonkinlaisena esteettisenä ja moraalisen auktoriteettina. Lisäksi klassikkoo luetaan yhä uudestaan ja uusilla tavoilla uusissa tilanteissa.

Nämä määrittelyt, kuten myös kirjoittajien abstraktimmat pohdinnat tieteenalaa määrittävistä metaforista, ovat siinä määrin käyttöspeifejä, että katsoisin Georgescu-Roegenin klassikkoaseman osoittamisen tai kumoamisen vaativan perinpohjaisempaa tutkimusta nimenomaan hänen teorioidensa ja jäsenystensä käytöstä. Georgescu-Roegenin viiltävä kritiikki joka suuntaan on ainakin hyvä lähtökohta makutuomarin roolin omaksumiselle, ja moniin hänen ajatuksiinsa on palattu pitkin 1990- ja 2000-lukuja. En kuitenkaan sanoisi tämän perusteella, että Georgescu-Roegen olisi tai ei olisi klassikko juuri mertonilaisessa mielessä.

## *Oliko ajoitus hyvä vai huono?*

Georgescu-Roegenin vaikuttavuutta lisäsi hänen pääteoksensa oikea-aikaisuus. Luonnontieteellinen näkökulma talouteen oli vasta nostamassa päätään, mutta Kenneth Bouldingin *The Economics of the Coming Spaceship Earth* (1966) ja muutamat muut vähemmän populaarit teokset olivat jo herättelleet keskustelua aiheen tiimoilta. *The Entropy Law and the Economic Process* (Georgescu-Roegen 1971) ravisteli nuoria tutkijoita ennen *Kasvun rajoja* (Meadows ym. 1974 [1972]), Dalyn (toim. 1973) vakaan tilaan taloutta ja vuosien 1973–74 öljykriisiä, joka viimeistään osoitti tämän tematiikan ajankohtaisuuden. Georgescu-Roegen siis osui saumaan, jossa kiinnostus hänen käsittelemiään aiheita kohtaan oli kasvamassa. Hänen pääteoksensa osaltaan myös ruokki tätä kiinnostusta, ja nimenomaan tulevien ekologisen taloustieteen kehittäjien parissa.

Toisaalta, kun ottaa huomioon teoksen vaikeaselkoisuuden ja edistyneisyyden, voidaan ajatella sen saapuneen liian varhain. Ekologista taloustiedettä tai mitään sen kaltaistakaan ei ollut vielä olemassa, eikä siis oikeastaan sellaista yleisöäkään, joka tällaisen teoksen olisi helposti pystynyt sisäistämään, puhumattakaan sen kriittisestä haastamisesta sen omilla argumentaatiokentillä. Toki tieteenfilosofi olisi pystynyt tarkastelemaan sen tieteenfilosofisia argumentteja, teoreettinen fyysikko sen termodynamiikkaa ja niin edelleen, mutta arvelen, että kokonaisuus oli liian laava oikeastaan kenellekään Georgescu-Roegenin itsensä lisäksi<sup>53</sup>. Uuden tutkimussuunnan tai tieteenalan lähtölaukaukseksi *The Entropy Law and the Economic Process* (Georgescu-Roegen 1971) oli aika tuhtia tavaraa, ja kypsemmälle tutkijayhteisölle se olisi voinut avautua vielä paremmin. Kenties öljykriisin jälkeisessä shokissa myös valtavirran taloustieteen piirissä olisi voinut olla enemmän tälle tematiikalle herkkiä korvia.

Suuri tragedia voidaan nähdä myös Georgescu-Roegenin auttamattomassa myöhästymisessä. Jälkiviisas jossittelu ei toki vie meitä eteenpäin, mutta on mielestäni huomionarvoista, että monet hänen uusklassiseen taloustieteeseen kohdistamansa kritiikin keskeiset elementit olivat olemassa jossakin muodossa jo 1900-luvun alussa. Kuvasta vain puuttui se arvostettu taloustieteilijä, joka olisi kasannut ne yhteen vakuuttavaksi paketiksi siinä vaiheessa, kun uusklassinen suuntaus oli vasta vakiintumassa valtavirraksi. Vuonna 1971 taloustieteen instituutiot olivat jo niin vakaat ja urautuneet, ettei niitä hetkauttanut edes tällainen (pääosin) hyvin huolellinen kritiikki kunnioitetulta "sisäpiiriläiseltä".

## *Henkilökemia sekoittuu intellektuaalisiin väittelyihin*

On huomattava, ettei intellektuaalinen vaikutus ole täysin irrallaan sosiaalisista suhteista. Georgescu-Roegen kritisoi vakaan tilan taloutta perusteellisesti argumentoiden, mutta ekologisen taloustieteen hän näyttäisi samaistavan voimakkaasti (ei toki aivan perusteetta) Dalyn ja Costanzaan (ks. Bonaiuti 2011, s. 41), joiden työhön hän oli pettynyt jo vuosia aiemmin. Herää siis kysymys, mihin ekologisen taloustieteen kritiikki tosiasiaassa perustui. Bonaiutin (mts. 41) lyhyessä kirjeenvaihtokatkelmassa Georgescu-Roegen mainitsee, että ekologinen taloustiede

---

53 Oikeastaan voidaan sanoa, että se oli liian laava jopa hänelle itselleen, kun ottaa huomioon hänen haparointinsa entropian ympärillä.



edistää ylpeänä kestävästä kehitystä. Tämän syytöksen vahvistamiseen tai kumoamiseen en ole lähtenyt etsimään perusteita tutkimuksessani. Toisaalta tämä syytös oli sama, jonka hän kohdisti Dalyn vakaan tilan talouteen (ks. Georgescu-Roegen 1989). Olisiko ekologisen taloustieteen kritiikki voinut johtua alan intellektuaalisia lähtökohtia enemmän sen henkilöitymisestä Dalyn ja Costanzaan? Näin voimakasta johtopäätöstä en vetäisi tästä aineistosta, mutta ajatus ei tunnu mahdottomalta, ja etenkin Iglesiaksen (2009) maalaama kuva Georgescu-Roegenin persoonallisuudesta antaa eväitä myös tähän.

Henkilökohtaiset suhteet saattavat laajemminkin värittää Georgescu-Roegenin perintöä. Erityisesti Georgescu-Roegenin ja Dalyn välinen suhde on kiinnostava: Daly ei tietääkseni koskaan sanoutunut suoranaisesti irti Georgescu-Roegenin teeseistä, vaikka kehittelikin niitä omaan suuntaansa, kun taas Georgescu-Roegen kritisoi julkisesti Dalyn toimintaa vuosikymmenten ajan. On kuitenkin muistettava, että nimenomaan Georgescu-Roegenilla oli käänteentekevä vaikutus Dalyn omaan ajatteluun, ja Daly onkin häntä toistuvasti ylistänyt (ks. esim. Daly 1995, Røpke 2004). Mistään perinteisestä isänmurha-asetelmasta ei siis ole kysymys, vaikka Georgescu-Roegenin näkökulmasta asian voisi niinkin nähdä. Ottaen huomioon Dalyn suuren vaikutuksen ekologisen taloustieteen piirissä alkuajoista lähtien, tämä suhde saattaa heijastua koulukuntaan myös laajemmin.

## 7.2 Virhelähteitä

*Mikä todella oli Georgescu-Roegenin ansiota?*

Tällaisessa tutkimuksessa on väistämättä se sudenkuoppa, että jotkut tutkimuskohteena olevan henkilön *kanavoimat* ja *välittämät* ajatukset saatetaan erheellisesti esittää hänen *keksiminään*. Jo pitkään kaikki tiede on viime kädessä seissyt edeltäjiensä hartioilla, ja niin myös Georgescu-Roegen ammentaa huomattavasti mitä moninaisimpien häntä varhaisempien tutkijoiden ja hänen aikalaistensaakin ajattelusta. Aineistoni perusteella monista ajatuksista on vaikea sanoa, ovatko ne Georgescu-Roegenin itse keksimiä vai vain hänen välittämäänsä tai kenties uudelleenmuotoilemiaan. Tämä kysymys on jossakin mielessä kuitenkin hieman harhaanjohtava, sillä "kuraattorinkin" rooli voi olla sosiaalisesti merkittävä, vaikkei mukana olisi yhtään omaperäistä ajatusta. Tärkeä kysymys ei useinkaan ole se, kuka jonkin ajatuksen keksi ensimmäisenä.

Monin paikoin Georgescu-Roegen sanoo ääneen, että tämä tai tuo ajatus oli peräisin Alfred Lotkalta, Alfred Marshallilta tai Rudolf Clausiukselta. Liian tarkka syynäminen on kuitenkin mahdotonta, jo senkin takia, ettemme suinkaan aina tiedosta kaikkien ajatustemme syntyperää. Jokin ajatus voi hyvin tulla tietoisuuteemme ensin luettuna tai kuultuna, sitten unohtua ja lopulta pulpahtaa taas pintaan oivalluksen kautta, luoden illuusion, että olisimme itse sen keksineet. Näin ollen absoluuttisten alkuperien jahtaaminen ei ole vain vaikeaa, vaan mahdotonta, ja lopulta toissijaista – puhumattakaan siitä, etteivät tällaiset oivallukset tyypillisesti ole kenenkään yksittäisen ihmisen yksin tekemän työn tulosta.

Toisaalta monet ajatukset myös esiintyvät monilla kirjoittajilla: jos jatketaan termodynamiikan esimerkkiä, niin Kenneth Bouldingilla, Robert Ayresillä, Howard T.

Odumilla ja systeemiteoreetikko Ilya Prigoginella oli paljon ajatuksia termodynamiikan ja taloudellisten systeemien suhteista noihin aikoihin, eikä ole syytä olettaa, että kaikki tämä termodynaaminen talousajattelu olisi tässä vaiheessa juontanut juurensa jostakin yhdestä ja samasta alkulähteestä. Cleveland ja Ruth (1997) esittävätkin Georgescu-Roegenin kehittäneen omaa termodynaamista ajatteluaan nimenomaan edellämämainituista ponnisteluista riippumattomasti. Yleisellä tasolla näissä analyyseissä oli ymmärtääkseni paljonkin samaa, mutta tietenkin niiden yksityiskohdat vaihtelivat. Merkittävää oli myös, millaisesta positiosta niitä esitettiin, kenelle ja miten muotoiltuna. Prigogine oli taustaltaan fyysikko ja kemisti, Odum biologi ja niin edelleen. Suuri vaikutus voi syntyä myös siitä, että on oikea henkilö oikeassa paikassa oikeaan aikaan.

### *Anakronismin vaara*

Georgescu-Roegenin kirjoitukset, joita käytin aineistona, kattoivat kaksi vuosikymmentä (julkaisut ovat vuosilta 1970–1989). Tämän saman ajanjakson aikana myös ekologinen taloustiede pitkälti muodostui kansainvälisten kokousten, oman seuran ja tiedejulkaisun myötä. Sikäli on selvää, että käsittelemistäni Georgescu-Roegenin teksteistä kronologisesti viimeisimmät eivät ole voineet vaikuttaa ekologisen taloustieteen syntyprosessin alkuvaiheisiin. Olen kuitenkin pitkälti sivuuttanut tutkimuksessani tämän näkökulman, ja sen sijaan kuvannut Georgescu-Roegenin ajattelua ikään kuin monoliittisena kokonaisuutena, jonka vaikutusta ei ole jaksotettu millekään aikajanelle.

Toisaalta on huomattava, että ekologisen taloustieteen olemusta kartoittaessani käytin referensseinä lähes yksinomaan vuoden 1990 jälkeisiä tekstejä, lukuun ottamatta Clevelandin (1987) ja Christensenin (1989) oppihistoriallisia artikkeleita ja Martínez Alierin (1987) monografian johdantoa. Näin ollen käsitykseni ekologisesta taloustieteestä perustuu pääasiassa Georgescu-Roegenin tekstien jälkeisiin katsauksiin, jolloin nämä ovat oletettavasti jo ehtineet vaikuttaa keskeisimmät vaikutuksensa.

### *Aineiston puutteet*

Vaikka Bonaiutin (toim. 2011) toimittama kokoelma vaikuttaisi olevan kohtuullisen kattava läpileikkaus Georgescu-Roegenin myöhemmästä tuotannosta, koen, että valitsemani aineisto on lopulta kapeanpuoleinen. Tämä koskee erityisesti Georgescu-Roegenista jälkeenpäin kirjoitettua kirjallisuutta. Tällainen valinta on välttämätön osa pro gradu -tutkielman tekoa, ettei aineiston ja sen myötä tutkimuksen mittakaava räjähdä käsiin. Tutkimuksen aikana aloin kuitenkin kallistua sille kannalle, että Georgescu-Roegenin vaikutuksen tutkimiseksi olisi ehkä kuitenkin ollut syytä syventyä myös hänen pääteokseensa *The Entropy Law and the Economic Process* (Georgescu-Roegen 1971). Jälkeenpäin ajateltuna nimenomaan tämä hänen tunnetuin teoksensa on hyvinkin voinut olla se tapa, jolla Georgescu-Roegenin intellektuaalinen vaikutus ekologisen taloustieteen kehitykseen on selkeimmin välittynyt. Lisäksi se, että luin teoksesta pitkiäkin pätkiä sieltä täältä ja viittasin myös niihin kartoittaessani Georgescu-Roegenin ajatuksia, on omiaan hämärtämään aineiston rajoja.

Näitä puutteita lukuun ottamatta en pidä huonona sitä tekstien valikoimaa, johon päädyin. Tutkimuksen toteuttamisen kannalta Bonaiutin (toim. 2011) toimittama

kokoelma oli kompaktiudessaan käyttökelpoinen, ja kuten todettua, kohtuullisen laaja. Samoin Georgescu-Roegenia käsittelevän kirjallisuuden osalta pystyin pitämään aineiston koon kohtuullisena, saamaan sen verrattain helposti käsiini ja silti saamaan siitä yhtä ja toista irti.

### *Tutkimuskohde tarjoaa ainekset monenlaiseen luentaan*

Kokoamani poiminat Georgescu-Roegenin suorasta ja näkyvästä intellektuaalisesta vaikutuksesta kuulostavat lupaavilta, mutta yhteys on liian suoraviivainen ollakseen sellaisenaan ihan näin uskottava. Jos tarkoitus on vertailla Georgescu-Roegenin ajattelua ekologisen taloustieteen perustaviin lähtökohtiin, on aluksi oletettava, että nämä kaksi vertailtavaa kohdetta ovat jokseenkin selkeät ja yksikäsitteiset. Todellisuudessa näin ei ole, kuten luvuissa 2.1 ja 3.1 olen tuonut ilmi, ja kysymys onkin siitä, missä määrin yksinkertaistukset vääristävät kuvaa. Tähän on vaikeaa puuttua objektiivisella tavalla, mutta kriittinen reflektointi voi laittaa asian sopivaan perspektiiviin.

On selvää, että etenkin ekologisen taloustieteen luonne on väistämättä – lähestulkoon *tarkoituksellisesti* – monipuolisuudessaan häilyvä. Siitä on vaikeaa saada otetta, minkä johdosta se mahdollistaa monenlaiset luennat. En voi väittää, etteivätkö käsitykseni ekologisen taloustieteen keskeisistä ominaispiirteistä ja poimintani Georgescu-Roegenin avainajatuksista olisi kietoutuneet toisiinsa ja vaikuttaneet ristiin tapoihin, joilla ne esitin. Kirjoitin ne kuitenkin alkujaan erillisinä teksteinä, enkä tietenkään tietoisesti muotoillut niitä toistensa peilikuviksi. On tuskin vain omaa keksintöäni, että useimmat ekologisen taloustieteen perusajatukset ja -teemat olivat läsnä Georgescu-Roegenilla muodossa tai toisessa. Tähän viittaavat vahvasti myös kirjallisuuskatsaukseni tulokset (ks. luku 6.2).

Häiriötä voi aiheuttaa myös se, että olen käyttänyt osin samoja aineistoja eri asioiden tarkasteluun: esimerkiksi Bonaiutin (2011) elämäkerrallisessa tekstissä käsitellään myös Georgescu-Roegenin ajatuksia, jotka eivät ilmene varsinaisista teksteistä, ja toisaalta myös tämän vaikutusta, joka on erillinen osa tutkimustani. Näin esimerkiksi tämä teksti väistämättä jollakin tapaa väritti ennakkokäsityksiäni, halusin tai en. Tämäkin on syytä tiedostaa.

Oma luentani yllä oli eittämättä optimistinen, muttei mielestäni opportunistinen. En tehnyt siinä erottelua ekologisen taloustieteen sisäisten "siipien" välillä, vaan poimin sieltä täältä ajatuksia, jotka näyttivät samansuuntaisilta kuin Georgescu-Roegenilla. Tietenkin koulukunnassa on myös vastakkaisia näkemyksiä, kuten Spashin (1999) mainitsema ympäristötaloustieteestä ponnistava ryhmä, josta osa pitää ekologista taloustiedettä jopa uusklassisen ympäristötaloustieteen synonyyminä. Tämä ei tietenkään sovi yhteen Georgescu-Roegenin uusklassisen taloustieteen kritiikin kanssa. Toisaalta näen myös Georgescu-Roegenilla tietynlaista sisäistä ristiriitaa: kuten luvussa 5.5 (teema 20) toin esiin, tulkitsen hänen kaikesta ääneenlausutusta kritiikistään huolimatta loppujen lopuksi kannattavan eräänlaista vakaan tilan kompromissia. Tämä mahdollistaa erilaiset tulkinnat vaikkapa Georgescu-Roegenin ja Dalyn ajattelutapojen yhtäläisyyksistä.

Vielä yksi esimerkki oman luentani optimistisuudesta liittyy kysymykseen kestävyiden rajoista. Ekologisen taloustieteen piirissä on yleisesti hyväksytty ajatus siitä, että kestävydellä on rajat, ja että ihmiskunnan aineenvaihdunta on niitä lähellä, ellei jo ylittänyt niitä (ks. esim. Costanza ym. 1999, Røpke 2005). Tämä kuulostaa hyvin yhteensopivalta Georgescu-Roegenin kanssa, mutta itse asiassa Georgescu-Roegenin eräät huomiot asettavat kyseenalaiseksi sen, onko kestävyys ylipäänsä mahdollista. Jos ei, olisi mieletöntä puhua kestävyiden rajoista, joiden jommallakummalla puolella ihmiskunta sijaitisi. Tähän viittaavat erityisesti Georgescu-Roegenin puheet "marjanpoimintatalouteen" palaamisesta, ja kaikkein selkeimmin huomautus siitä, että kitkan ja entropian lain vaikutuksesta aine ja energia huononevat väistämättä myös sellaisissa luonnollisissa prosesseissa, joihin ihminen ei puutu (Georgescu-Roegen 1977). Itse olen kuitenkin valmis tulkitsemaan Georgescu-Roegenin ajattelua hieman "pehmeämmän mukaan" tältä osin, eli että hänenkin mielestään kestävyiden rajat ovat olemassa ja että kyseessä on relevantti käsite suhteessa ihmiskunnan toimintaan.

## 8 Johtopäätöksiä

### 8.1 Georgescu-Roegenin avainajatuksat ekologisen taloustieteen näkökulmasta

Tutkimukseni koostuu kahdesta raiteesta: omasta vertailevasta luennastani ja tiivistä kirjallisuuskatsauksesta. Raiteet näyttävät johtavan samanlaiseen lopputulokseen: Georgescu-Roegenin laaja-alaisen, monitasoisen ja eri tieteenaloja yhdistelevän tuotannon piiristä nousee moninainen vaikutteiden kokonaisuus, joka on osaltaan muovannut ekologisen taloustieteen syntyä. Vaikutusta on vaikeaa tiivistää muutamaa ydinhuomioon, mutta Georgescu-Roegenin keskeisimmät ideat ekologisen taloustieteen näkökulmasta liittyvät selvästi ennen kaikkea talouden ja teknologian materiaalsen puolen huomiointiin sekä lukuisten uskalsisen taloustieteen peruslähtökohtien kärkevään arvosteluun.

Georgescu-Roegen popularisoi entropian lakia ja sen seurauksia taloudellisen prosessin kannalta varhain ja perinpohjaisesti sekä vei entrooppisia pohdintoja uusille, osin virheellisillekin urille. Aineen ja energian vääjäämätön huononeminen, elämämme materiaalsen perustaan liittyvän niukkuuden syyt ja seuraukset sekä taloudellisen toiminnan hahmottaminen entropiaa kasvattavana prosessina olivat ajatuksia, joita harva oli 1970-luvun alkuun mennessä tuonut esiin, ja Georgescu-Roegen ruoti niitä vaikuttavalla otteella ja auktoriteetilla. Tämä avasi uusia näkökulmia niin teknologian, luonnonvarojen, tuotantoprosessin kuin laajempien ja pitkäaikaisempienkin taloudellisten kehityskulkujen tutkimukseen, mistä seurasi myös perusteita teknologialle pessimismille. Nämä elementit näyttävät olleen varsin keskeisiä ekologisen taloustieteen muodostumisessa.

Toisaalta Georgescu-Roegenin kritiikki vallitsevaa taloustiedettä kohtaan korosti tarvetta uuden tieteenalan (tai vähintäänkin koulukunnan) luomiselle. Tämä kritiikki toimi osaltaan myös varoituksena siitä, mitä kunnianhimoisten uuden taloustieteen rakentajien tulisi välttää. Mekanistisen maailmankuvan rajoitteet, etiikkattomuus, talouskasvuun keskittyminen, liian yksisilmäiset arvoteoriat sekä muiden tieteenalojen

ja taloudellisen toiminnan kulttuuris-historiallisen kontekstin väheksyminen oli tehty näkyviksi. Näin niitä pystyttiin haastamaan ekologisen taloustieteen peruskiveä muuratessa, ja esimerkiksi poikkitieteellisyys ja normatiivisuus menivät suoraan sen kovaan ytimeen.

Georgescu-Roegenin biotaloustieteessä oli toki elementtejä, jotka eivät ilmene ekologisen taloustieteen perusteissa, eivätkä ne kaikki mielestäni ole spesifiydessään realistisia rakennuspalikoita uuden tieteenalan luomisessa. Näin ollen ekologista taloustiedettä ei pidä tarkastella biotaloustieteen suorana jatkeena, vaan siitä merkittävästi inspiroituneena, monenlaisia vaikutteita yhteen kietovana punoksena.

## 8.2 Georgescu-Roegenin roolit ekologisen taloustieteen kehityksessä

Tutkimukseni valossa Georgescu-Roegenin roolit ekologisen taloustieteen kehityksessä voidaan jäsentää viideksi eri tehtäväksi: varhainen tiennäyttävä ja kriitikko; varhainen kokoaja ja teoreetikko; vaikuttava, mutta hankala mentori; kuuseen kurkottava erakko ja kiistelty klassikko.

### *Varhainen tiennäyttävä ja kriitikko*

Georgescu-Roegen oli visionääri. Hän maalaili kirjoituksissaan uuden tieteen, joka hylkäsi paitsi vallitsevan uusklassisen taloustieteen vakiintuneet rajat, myös sen tieteenfilosofiset ja maailmankuvalliset lähtökohdat. Tässä rytäkässä uusiksi menivät myös tutkimuskohde, menetelmät, käsitteistö ja tehtävä. Georgescu-Roegen ei toki ollut ainoa, joka halusi mullistaa oman, vakiintuneen tieteenalansa – kaikkien tieteiden rajoista käydään ja on tervettäkin käydä jatkuvaa keskustelua, johti se mullistuksiin tai ei. Georgescu-Roegen muotoili biotaloustieteensä nimenomaan uudeksi tieteenksi, ja vaikei ekologinen taloustiede olekaan juuri sen ohjelman toimeenpanoa, on vaikutus selvä ja merkittävä.

Kaikki Georgescu-Roegenin biotaloustieteen tieteenfilosofiset ja epistemologiset lähtökohdat eivät sellaisenaan pesiytyneet ekologisen taloustieteen perustuksiin, mutta originellina ja rohkeana avauksena ne virittivät nuorten tutkijoiden mielikuvitusta. Tällä perustavanlaatuisella uusklassisen taloustieteen kritiikillä Georgescu-Roegen osaltaan kannusti heitä haaveilemaan jostakin aivan uudesta. Taloustieteen poikkitieteellinen laajentaminen ja ajatus sen normatiivisuudesta yhteiskunnallisena toimintana tekivät vielä suuremman vaikutuksen uuden suuntauksen kehittäjiin. Aineen ja energian virtojen nostaminen taloudellisen toiminnan tarkastelun elintärkeäksi osaksi oli noussut esiin siellä täällä, mutta historiallisen ja institutionaalisen kontekstin huomioiminen samaan aikaan alkoi olla jo siinä määrin uutta, että siihen tosiaankin tarvittaisiin "uusi tiede".

Kun vielä erityisesti pitää mielessä Georgescu-Roegenin teräväsanaisen irtisanoutumisen sekä uusklassisesta että marxilaisesta taloustieteestä, on helppo nähdä, että hän on inspiroinut suoraan ekologisen taloustieteen perustajia. Nämähän lähtivät

viime kädessä toteuttamaan hyvin samansuuntaista ja samalla tavoin perusteltua irtiottoa, ja monilta osin väistivät Georgescu-Roegenin osoittamat karikot.

### *Varhainen kokoaja ja teoreetikko*

Georgescu-Roegen viljeli teksteissään huomattavasti historiallisia viittauksia ja oli selvästi perehtynyt huolellisesti paitsi taloustieteen, myös esimerkiksi biologian ja fysiikan historiaan. Tämän historiallisen ymmärryksen kokoaminen loi kontekstia uuden taloustieteen muodostumiselle. Laajalti eri aloilta ammentava historiallinen näkökulma avasi epäilemättä monien "yhden tieteenalan" tutkijoiden horisontteja, ja Georgescu-Roegen ikään kuin kuratoi ja suodatti erikoistuneempaakin kirjallisuutta taloustieteilijöiden ulottuville. Merkittävä osa Georgescu-Roegenin ajatuksista perustui tietenkin vahvasti hänen edeltäjiensä työhön eri aloilla, mikä ei ollenkaan vähennä hänen työnsä arvoa. Historiavetoisten synteisien kokoaminen tasoittaa tietä myös tuleville tutkijoille.

Näyttää vahvasti siltä, että Georgescu-Roegenin asema ja ajoitus sopivat hyvin yhteen. 1960-luvun loppua kohden huoli ympäristöstä ja erityisesti taloudellisen toiminnan vaikutuksista siihen oli jo herännyt. Tämä kytkös tuntui kuitenkin kiinnostavan enemmän taloustieteen ulko- kuin sisäpuolella, ja Kenneth Bouldingin (1966) lisäksi Georgescu-Roegen oli jotakuinkin ainoa varteenotettava taloustieteilijä, jonka sen ajan kirjoitukset enteivät ekologisen taloustieteen syntyä. Siinä missä esimerkiksi luonnontiedetaustaisten Robert Ayresin ja Allen V. Kneesen (1969) materiaalitasapainon lähestymistapa puhutteli usklassisen ympäristötaloustieteen piirissä (Røpke 2004), Georgescu-Roegenin vaikutus valtavirtaan oli vähäinen. Sen sijaan hänen työstään inspiroituivat juuri ekologisen taloustieteen kehittäjät.

Erityisesti entropia-ajattelu (virheineenkin) ja virta-vara-malli olivat varhaisia, teknisesti aiempia uskottavampia uuden taloustieteen rakennuspalikoita. Merkittävämmän työn hän teki kuitenkin maailmankuvan ja uuden lähestymistavan rakentamisessa kuin arkikäyttöön vakiintuneiden menetelmien kehittämisessä. Virta-vara-malli lienee hänen perinnöstään selkeimmin käyttökelpoinen matemaattinen työkalu, ja kuten luvussa 6.2 toin ilmi, hänen teoreettiselle työlleen on löytynyt myös soveltajia.

### *Vaikuttava, mutta hankala mentori*

Professorina Georgescu-Roegen ohjasi useita nuoria tutkijoita. Näistä erityisesti Herman Daly ja Kozo Mayumi saivat häneltä huomattavan paljon vaikutteita, ja päätyivät tiettyssä mielessä kantamaan hänen soihutuaan ekologisen taloustieteen piirissä, kumpikin omalla tavallaan. Molempien kirjoituksista huokuu syvä kunnioitus Georgescu-Roegenin työtä kohtaan.

Georgescu-Roegen ei tunnetusti suhtautunut Dalyyn vastaavanlaisella kunnioituksella, vaan piti tämän vakaana tilan taloutta, samoin kuin ekologista taloustiedettä, suoranaista hölynpölynä. Hän ei pystynyt arvostamaan poikkeamia itse määrittelemältään polulta, vaan katkeroitui. Löytämieni luonnehdintojen mukaan hänen kanssaan oli sosiaalisesti hyvin hankala työskennellä, ja kärkevä kritiikki joka suuntaan

loi hänen ympärilleen pelon ja varovaisuuden auran.

Mentorin roolilla oli suuri epäsuora vaikutus ekologisen taloustieteen kehitykseen. On huomattava, että myös esimerkiksi Joan Martínez Alíer, joka on yksi ekologisen taloustieteen yhteiskuntatieteellisemmän siiven näkyvimmistä edustajista, vaikuttui suuresti Georgescu-Roegenista heidän yhteistyönsä yhteydessä ja ylisti tätä huomattavasti. Näin ollen ekologisen taloustieteen keskeisistä henkilöistä löytyi suurta henkilökohtaista kunnioitusta Georgescu-Roegenia kohtaan tämän hankalasta luonteesta ja ulosannista huolimatta.

### *Kuuseen kurkottava erakko*

Georgescu-Roegenin tarinassa on annos eräänlaista surullisen hahmon ritaria. Hänen taustaansa nähdessä pyrkimystä muotoilla entropian neljäs sääntö voidaan pitää suuruudenhulluna, ja tämä liian pitkälle mennyt yritys ohjasi keskustelun vuosiksi jokseenkin hedelmättömille poluille. Hänen pääteoksensa korkealentoisuus yhtäältä osoittautui niin haastavaksi, että sitä ymmärtävä yleisö jäi auttamatta pieneksi, ja toisaalta marginalisoi hänet ulos valtavirran taloustieteen debateista, olkoonkin, että kirja sai kunnioittavia arvioita. Hänen suunnitelmansa siis osoittautuivat tietyssä mielessä liian kunnianhimoisiksi, jotta ne olisivat päässeet kunnolla oikeuksiinsa hänen elinaikanaan.

Toisaalta hän marginalisoi itsensä myös sosiaalisesti. Georgescu-Roegenin heikot sosiaaliset valmiudet, vaativa persoona ja ylpeys selvästi tuhosivat edellytykset hedelmälliseen poikkitieteelliseen yhteistyöhön esimerkiksi luonnontieteilijöiden kanssa. Ekologisesta taloustieteestä irtisanoutuminen on tavallaan samanlainen tarina: hänellä olisi ollut mahdollisuus päästä kehittämään uutta tieteenalaa paraatipaikalta, mutta hän kieltäytyi, kaiketi siksi, ettei joutuisi tekemään kompromisseja.

### *Kiistelty klassikko*

Georgescu-Roegen "kaapattiin" ekologisen taloustieteen klassikoksi, jos sellaisen määrittelyssä seurataan Jari Aron ja Pertti Jokivuoren (2010) sosiologian alalla hahmottelemaa tietä. Hänen käsitteellinen ja maailmankuvallinen työnsä loi lähtökohtia ekologiselle taloustieteelle, ja hänen laajasta ja monipuolisesta työstään kaivetaan yhä uudestaan milloin mikäkin aspekti joko uudemman tutkimuksen pohjaksi tai debatin kohteeksi. Yleisesti on hyväksytty, että hän teki myös karkeita virheitä, mutta keskustelu ei ole loppunut siihen. Sekä ekologisen taloustieteen että sitä teemoiltaan lähellä olevan degrowth-liikkeen, jonka piirissä Georgescu-Roegenia pidetään niin ikään tärkeänä edelläkävijänä, voi hyvällä syyllä katsoa olevan hänelle paljon velkaa.

## 9 Lopuksi

### *Jatkokysymyksiä*

Luvussa 2.1 tein *ex post facto* -tarkastelun, jonka perusteella aineistojen laajentaminen ja ekologisen taloustieteen tutkijoihin kohdistuva haastattelu- tai kyselytutkimus olisivat mahdollisia tapoja testata tämän tutkimuksen johtopäätösten uskottavuutta. Nämä samat laajennukset toki myös syventäisivät tutkimusta. Erityisesti Georgescu-Roegenin pääteos *The Entropy Law and the Economic Process* (Georgescu-Roegen 1971) kokonaisuudessaan olisi heti ilmeinen valinta laajempaan tarkasteluun, ja häntä käsittelevästä kirjallisuudesta ainakin Beard & Lozada (2003) ja Mayumi (2001) olisivat kiinnostavia teoksia. Myös esimerkiksi *Journal of Ecological Economics* -lehden järjestelmällisempi kartoitus voisi kertoa paljon.

Henkilökeskeisen oppihistorian ohella myös tekstikohtainen tarkastelu voisi avata uusia näkökulmia. Yllämainittu pääteos voisi ansaita oman, vain siihen keskittyvän katsauksensa: miten tämä nimenomainen teos vaikutti saapuessaan, ja miten se suhtautui ekologisen taloustieteen muiden varhaisten perustekstien kaanoniin? Onko sitä syytä pitää klassikkotekstinä esimerkiksi Aron ja Jokivuoren (2010) tarkoittamassa merkityksessä? Tasmällisempi historiallinen kontekstointi, reaktioiden järjestelmällinen läpikäynti ja haastattelut voisivat olla yksi mielenkiintoinen tulokulma tähän.

Georgescu-Roegenin perinnön tarkastelussa sen käyttö jäi tutkimuksessani vähälle huomiolle. Kirjallisuuskatsauksessani keskityin siihen, mitä Georgescu-Roegenista oli sanottu, enkä oikeastaan ollenkaan siihen, miten hänen työnsä käytännössä näkyy alan myöhemmässä ei-oppihistoriallisessa kirjallisuudessa. Vain Mayumin ja Gowdyn (toim. 1999) kokoelma antoi viitteitä siitä, että Georgescu-Roegenin työtä on kehittämällä sovellettu, siis jossakin mielestä "teoista" pelkän puheen sijaan. Tämä johdattaisi myös yleisemmin tutkimaan, missä määrin ekologisen taloustieteen ääneenlausutut ideaalit ja lähtökohdat vastaavat esimerkiksi julkaistujen tutkimusartikkelien tai tutkimushankkeiden käytännön toteutuksen todellisuutta. Alan sisäänrakennettu pluralismi ja lukuisten paradigmojen yhteentörmäily sekoittuvat haastavaksi, mutta mielenkiintoiseksi sopaksi.

Jos otetaan askel pois päin Georgescu-Roegenista, mutta pysytään vielä ekologisen taloustieteen itsereflektiivisen tutkimuksen piirissä, niin samantyyppisiä vaikutus- ja roolitarkasteluja voisi tehdä myös muista alan ilmeisistä merkkihenkilöistä, siis ainakin Dalysta, Costanzasta ja Martínez Alierista. Ainakin Inge Røpke (2004) on osaltaan tähän jo ryhtynyt, ja ekologisen taloustieteen jo muutenkin vilkas historiankirjoitus ammentanee alan syntykuohuista vielä pitkään.

Mitä Georgescu-Roegenin ajatusten sisältöön tulee, yksi mielenkiintoinen tutkimuskohde olisi hänen virta-vara-malliensa jatkokehittely ja soveltaminen. Tämän kautta voisi palata jälleen kerran aiheeseen, olisiko esimerkiksi tämän päivän aurinkoenergiasta seuraavaksi Prometheus-teknikaksi, ja jos ei, niin mistä se nykyisellään kiikastaa. Asiaa toki tutkitaan suurella mielenkiinnolla paraikaa, mutta sitä, onko nykyisissä tutkimusotteissa Georgescu-Roegenin kontribuutioita mukana, en osaa arvioida.



Entropian rooli taloustieteessä on edelleen kiistanalainen aihe, ja sen laajemman keskustelun kartoittaminen voisi olla valaisevaa. Tätä on toki tehtykin (ks. esim. Kåberger & Månsson 2001). En usko, että asiassa päädytään mihinkään kovin pysyvään konsensukseen, mutta koko asetelman ymmärtäminen voisi mahdollisesti auttaa arvioimaan politiikkasuosituksia paremmin. Filosofisemmalla puolella entropian käsitteen antroposentrisyyden ja objektiivisuuden tasapaino – niin Georgescu-Roegenin ajattelussa kuin laajemminkin – olisi niin ikään varmasti kiinnostava tutkimusaihe.

### *Tällaisen tutkimuksen merkitys*

Johdannossa esittelemäni planetaarinen hätätila tekee perus- ja soveltavan tutkimuksen välisen jännitteen ajankohtaiseksi erityislaatuiseksi tavalla. Ekologisen taloustieteen ensimmäinen tavoite – ihmistoiminnan saattaminen planeetan kestävyvyn rajoihin – vieläpä pakottaa pohtimaan tätä suuressa mittakaavassa. Tässä kontekstissa oppihistoriallinen tutkimus on hidasta perustutkimusta, jonka välittömiä ”hyötyjä” voi olla vaikea osoittaa. Tiedän, että on kiire, mutta toisaalta olen vakuuttunut siitä, ettei maailmanparannuksessa voi jahdata vain pikavoittoja, sillä muutoksia tapahtuu useilla eri aikaskaaloilla, ja lyhytjänteisyys kadottaa suuret kokonaisuudet helposti näköpiiristä.

Katsoessani tätä tutkimusta sen viime metreillä en voi väittää, että syvempi ymmärrys Georgescu-Roegenin rooleista auttaisi meitä harppauksin kohti planetaarisen kestävyvyn tilaa. Myös edellä luetteleman jatkokysymykset ovat itsessään mielenkiintoisia ja kenties intellektuaalisesti kutkuttavia, mutta sekä vallitsevan kriisin että ekologisen taloustieteen kolmen tavoitteen (ks. luku 3.1) kannalta tarkasteltuna ne näyttävät järjestään toisarvoisilta. Yksittäiselle tutkimukselle asetettavat odotukset pitää kuitenkin laittaa perspektiiviin, ja nähdä työn merkitys ja arvo osana rajatumpia kokonaisuuksia.

Henkilökohtaisella tasolla huomaan, että tämä tutkimus on saanut oman ajatteluni pyörimään huomattavissa määrin ekologisen taloustieteen koulukunnan itsensä ympärillä sen sijaan, että keskittyisin sen varsinaisiin työkaluihin tai edes tavoitteisiin. Pahimmillaan koulukuntaan itseensä keskittyminen tekee keinosta päämäärän ja metatutkimus vie huomion kokonaan pois substanssista pitkiksi ajoiksi. Tunnen, että tätä välttääkseni minun on tämän perehtymiseni jälkeen aika keskittyä johonkin muuhun kuin oppihistoriaan.

### *Mitä jäi käteen?*

Enemmän kuin mitään muuta tällainen tutkimus varmasti muuttaa tekijänsä ajattelua. Mieleni sopukoihin on epäilemättä pesiytynyt Georgescu-Roegenin teeseistä sellaisia aineksia, jotka eivät olleet siellä entisestään. Hänen ajattelussaan on mielestäni virheineenkin paljon käyttökelpoisia näkökulmia maailmaan. Suhtautumiseni talouskasvuun, täydellisen kierrätyksen ideaaliin ja teknologiseen kehitykseen ovat varmasti saaneet uusia vivahteita tämän tutkimuksen myötä, mutta suuret linjat tuntuvat pysyneen entisellään. Hahmotukseni esimerkiksi uusklassisen taloustieteen filosofisesta perustasta sekä entropian roolista ja materiaalisesta kulumisesta taloudellisessa prosessissa ovat hioutuneet matkan varrella. Taloustieteen oppihistoriasta ja eri koulukuntien välisistä jännitteistä ymmärrän nyt huomattavasti enemmän kuin työtä

aloittaessani.

Katson, että tutkimuksessani muodostunut yleiskuva ekologisesta taloustieteestä ja ympäristöajattelusta (etenkin heterodoksisessa) taloustieteessä ylipäänsä on lyhyenä popularisointina kohtuullisen onnistunut. Parhaimmillaan se voi valaista näiden teemojen parissa kulkevien polkuja ja viedä heitä uusien yhteyksien tai ymmärryksen lähteiden äärelle. Kenties suomenkielinen katsaukseni on joillekin lukijoille helpommin lähestyttävässä muodossa kuin sen perustana olevat alkuperäistekstit.

Jotakin voi yrittää oppia myös Georgescu-Roegenin tarinasta. Rohkeat avaukset voivat synnyttää jotakin uutta ja suurtakin, mutta on vaarallista lähteä sooloilemaan vieraille tonteille liian kunnianhimoisesti. Lukeneisuus syventää ymmärrystä, mutta toisaalta sen liiallinen alleviivaaminen ja yltiöpäinen viittausten viljely voivat kääntyä itseään vastaan. On myös selvästi hyvä ajatus opetella työskentelemään muiden ihmisten kanssa ja esittämään kritiikkinsä rakentavasti. Erityisesti Georgescu-Roegenin sosiaalisen vaikutuksen tarkastelu konkretisoi sitä, että tutkimustyön sosiaalisella aspektilla on huomattava merkitys.

Georgescu-Roegenin entropia-ajattelu ja siitä seuranneet kiistat osoittavat hienolla tavalla, että sopivassa kohdassa tehdyt virheet aiheuttavat hämmennyksen, jonka vaikutukset tuntuvat vielä vuosikymmenien päästä. Ei silti, olisi entropian käsitteestä ja roolista taloudellisessa prosessissa varmasti ollut epäselvyyttä ilman häntäkin. Tapaus entropia muistuttaa myös siitä, että vaikka korkealentoinen ja abstrakti teoreettinen pohdiskelu on tärkeää, se on hyvä jollakin tavalla kytkeä konkreettisiin esimerkkeihin ja todelliseen maailmaan. Ajatusharjoitelmat, jotka käsittelevät huolta ihmiskunnan tulevaisuudesta, mutta eivät mitenkään auta toimimaan paremman tulevaisuuden eteen, jäävät helposti kovin hedelmättömiksi.

## 10 Lähteet

- Alasuutari, P 2011: *Laadullinen tutkimus 2.0*. Vastapaino, Tampere.
- Aro, J. & P. Jokivuori 2010: *Klassinen sosiologia ja moderni maailma*. WSOYpro, Helsinki.
- Ayres, R.U. 1997: *Comments on Georgescu-Roegen*. *Ecological Economics* 22(3): 285–287.
- Ayres, R.U. & A.V. Kneese 1969: *Production, consumption, and externalities*. *The American Economic Review* 59(3): 282–297. Viitattu teoksessa Røpke (2004).
- Barnett, H.J. & C. Morse 1963: *Scarcity and Growth*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. Viitattu teoksessa Georgescu-Roegen 1972.
- Beard, T.R. & G.A. Lozada 1999: *Economics, Entropy and the Environment: The Extraordinary Economics of Nicholas Georgescu-Roegen*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Bellamy Foster, J. & F. Magdoff 2001: *Liebig, Marx ja maaperän köyhtyminen*. Teoksessa Heiskanen (toim. 2001). 111–130. Englanninkielinen alkuteos *Liebig, Marx and the Depletion of Soil Fertility: Relevance for Today's Agriculture* vuodelta 1998, suomentanut T.-M. Jyrkämä.
- Bobulescu, R. 2012: *The making of a Schumpeterian economist: Nicholas Georgescu-Roegen*. *The European Journal of the History of Economic Thought* 19(4): 625–651.
- Bonaiuti, M. (toim.) 2011: *From Bioeconomics to Degrowth. Georgescu-Roegen's "New Economics" in eight essays*. Routledge, Abingdon.
- Bonaiuti, M. 2011: *Introduction: Georgescu-Roegen, the Man and Scientist*. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 1–48.
- Boulding, K.E. 1966: *The Economics of the Coming Spaceship Earth*. Teoksessa Jarrett, H. (toim.): *Environmental Quality in a Growing Economy*. Resources for the Future / Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 1966. 3–14.
- Brooks, D.P. & P.W. Andrews 1974: *Mineral Resources, Economic Growth and World Population*. *Science* 185(4146): 13–19. Viitattu teoksessa Georgescu-Roegen 1979a.
- Burkett, P. & J. Bellamy Foster 2006: *Metabolism, energy, and entropy in Marx's critique of political economy: Beyond the Podolsky myth*. *Theory and Society* 35(1): 109–56.
- Carson, R. 1962: *Äänetön kevät*. Englanninkielinen alkuteos *Silent Spring* vuodelta 1962, suomentanut P. Jotuni. Tammi, Helsinki.

- Castle, E.N. 1997: *A comment on Georgescu-Roegen, Daly, Solow and Stiglitz*. Ecological Economics 22(3): 305–306.
- Cheyne, V. 2014: *Nicholas Georgescu-Roegen. La Décroissance 111, Les précurseurs de la décroissance* (liite), heinä-elokuu 2014.
- Christensen, P.P. 1989: *Historical Roots for Ecological Economics – Biophysical Versus Allocative Approaches*. Ecological Economics 1(1): 17–36. Teoksessa Costanza ym. (toim.) 1997. 85–104.
- Clark, C.W. 1997: *Renewable resources and economic growth*. Ecological Economics 22(3): 275–276.
- Cleveland, C.J. 1987: *Biophysical Economics: Historical Perspective and Current Research Trends*. Ecological Modelling 38(1–2): 47–73. Teoksessa Costanza ym. (toim.) 1997. 58–84.
- Cleveland, C.J. & M. Ruth 1997: *When, where and by how much do biophysical limits constrain the economic process? A survey of Nicholas Georgescu-Roegen's contribution to ecological economics*. Ecological Economics 22(3): 203–223.
- Cleveland, C.J. 1999: *Biophysical Economics: From Physiocracy to Ecological Economics and Industrial Ecology*. Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 125–154.
- Common, M. 1997: *Is Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz the important point?* Ecological Economics 22(3): 277–279.
- Costanza, R. 1980: *Embodied Energy and Economic Valuation*. Science 210(4475): 1219–1224.
- Costanza, R., H.E. Daly & J. A. Bartholomew 1991: *Goals, Agenda and Policy Recommendations for Ecological Economics*. Teoksessa R. Costanza (toim.): *Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press, New York, NY, 1991. 1–20.
- Costanza, R., C. Perrings & C. Cleveland 1997: *Introduction*. Teoksessa Costanza ym. (toim.) 1997. xiii–xxix.
- Costanza, R., C. Perrings & C.J. Cleveland (toim.) 1997: *The Development of Ecological Economics*. The International Library of Critical Writings in Economics 75. Edward Elgar, Cheltenham.
- Costanza, R., G. Alperovitz, H. Daly, J. Farley, C. Franco, T. Jackson, I. Kubiszewski, J. Schor & P. Victor 2013: *Luontoa ja yhteiskuntaa tukeva kestävä talous*. Teoksessa Worldwatch-instituutti: *Maailman tila 2013. Onko liian myöhäistä?* Gaudeamus, Helsinki, 2013. 124–137. Englanninkielinen alkuteos *Building a Sustainable and Desirable Economy-in-Society-in-Nature* vuodelta 2013, suomentaneet E.-L. Hallanaro ja K. Pitkänen. Viitattu teoksessa Joutsenvirta ym. 2016.

- Costanza, R., G. Alperovitz, H. Daly, J. Farley, C. Franco, T. Jackson, I. Kubiszewski, J. Schor & P. Victor 2014: *What Would a Sustainable and Desirable Economy-in-Society-in-Nature Look Like?* Teoksessa R. Costanza & I. Kubiszewski (toim.): *Creating a Sustainable and Desirable World*. World Scientific, Singapore, 2014. 33–49. Viitattu teoksessa Joutsenvirta ym. 2016.
- D'Alisa, G., F. Demaria & G. Kallis 2014: *Introduction. Degrowth*. Teoksessa D'Alisa, G., F. Demaria & G. Kallis (toim.): *Degrowth. A Vocabulary for a New Era*. Routledge, Abingdon, 2014. 1–17.
- Daly, H.E. 1971: *The Stationary-State Economy*. Luento. Distinguished Lecture Series no. 2, Department of Economics, University of Alabama, 1971. Viitattu teoksessa Georgescu-Roegen 1972.
- Daly, H.E. (toim.) 1973: *Toward a Steady-State Economy*. W.H. Freeman & Co., San Francisco, CA. Viitattu teoksessa Georgescu-Roegen 1977.
- Daly, H.E. 1977: *Steady-State Economics*. W.H. Freeman & Co., San Francisco, CA. Viitattu teoksessa Joutsenvirta ym. 2016.
- Daly, H.E. 1992: *Allocation, Distribution, and Scale: Towards an Economics that is Efficient, Just, and Sustainable*. *Ecological Economics* 6(3): 185–193. Teoksessa Costanza ym. (toim.) 1997. 200–208.
- Daly, H.E. 1995: *On Nicholas Georgescu-Roegen's contributions to Economics: an obituary essay*. *Ecological Economics* 13(3): 149–154.
- Daly, H.E. 1997a: *Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz*. *Ecological Economics* 22(3): 261–266.
- Daly, H.E. 1997b: *Reply to Solow/Stiglitz*. *Ecological Economics* 22(3): 271–273.
- Daly, H.E. 1999: *How long can neoclassical economists ignore the contributions of Georgescu-Roegen?* Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 13–24.
- Enqvist, K. 2007: *Monimutkaisuus. Elävän olemassaolon perusta*. WSOY, Helsinki.
- Feynman, R.P. 1999: *Fysiikan lain luonne*. Englanninkielinen alkuteos *The Character of Physical Law* vuodelta 1965, suomentanut K. Pietiläinen. Tähtitieteellinen yhdistys Ursa, Helsinki.
- Funtowicz, S. & M. O'Connor 1999: *The passage from entropy to thermodynamic indeterminacy: a social and science epistemology for sustainability*. Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 257–286.
- Georgescu-Roegen, N. 1970: *The Entropy Law and the Economic Problem*. Luento 3.12.1970, Alabama University. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 49–57.
- Georgescu-Roegen, N. 1971: *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

- Georgescu-Roegen, N.: *Energy and Economic Myths*. Luento 8.11.1972, Yale University. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 58–92.
- Georgescu-Roegen, N. 1977: *The Steady State and Economic Salvation: A Thermodynamic Analysis*. BioScience 27(4): 266–270. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 93–102.
- Georgescu-Roegen, N. 1978: *Inequalities, Limits and Growth from a Bioeconomics Viewpoint*. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 103–113. Alun perin julkaistu teoksessa Pfaff, M. (toim.): *Grenzen der Umverteilung. Vorträge bei der internationalen wissenschaftlichen Tagung der Deutschen Forschungsgemeinschaft vom 30.6. bis 3.7.1976 in Augsburg zum Thema Die Grenzen der Verteilungs- und Sozialpolitik in einer stagnierenden bzw. wachsenden Wirtschaft*. Duncker & Humblot, Berlin, 1978. 39–49.
- Georgescu-Roegen, N. 1979a: *Energy Analysis and Economic Valuation*. Southern Economic Journal 45(4): 1023–1058. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 114–141.
- Georgescu-Roegen, N. 1979b: *Comments on the Papers by Daly and Stiglitz*. Teoksessa Smith, V. K. (toim.): *Scarcity and Growth Reconsidered. A Conference on Natural Resource Scarcity*. Resources for the Future, Johns Hopkins Press, Baltimore, MD, 1979. 95–105. Viitattu teoksessa Daly 1997a.
- Georgescu-Roegen, N. 1983a: *Bioeconomics and Ethics*. Luento, elokuu 1983, Third World Congress of Social Economics, California State University. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 142–145.
- Georgescu-Roegen, N. 1983b: *Feasible Recipes versus Viable Technologies*. Luento, lokakuu 1983, Sixteenth Atlantic Economic Conference, Vanderbilt University. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 146–157.
- Georgescu-Roegen, N. 1989: *Quo vadis Homo sapiens sapiens? A Query*. Käsikirjoitus, ajoitettu vuoteen 1989. Special Collections Library, Duke University. Teoksessa Bonaiuti (toim.) 2011. 158–170.
- Giacobello, M.L. 2012: *L'economia della Complessità di Nicholas Georgescu-Roegen*. Le Lettere, Firenze.
- Giampietro, M. & G. Pastore 1999: *Biophysical roots of 'enjoyment of life' according to Georgescu-Roegen's bioeconomic paradigm*. Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 287–325.
- Goodland, R., H. Daly & S.E. Sarafy (toim.) 1991: *Environmentally Sustainable Development. Building on Brundtland*. World Bank, Environmental Department, Washington D.C., MD. Viitattu teoksessa Cleveland 1999.
- Gowdy, J.M. & S. O'Hara 1997: *Weak sustainability and viable technologies*. Ecological Economics 22(3): 239–247.
- Gowdy, J. & S. Mesner 1998: *The Evolution of Georgescu-Roegen's Bioeconomics*. Review of Social Economy 61(2) 136–156.

- Gowdy, J.M. & R.I. Iorgulescu 2003: *Book Review: Randolph Beard & Gabriel A. Lozada. 1999. Economics, Entropy and the Environment: The Extraordinary Economics of Nicholas Georgescu-Roegen.* Journal of Bioeconomics 5(1): 75–78.
- Gronow, J., A. Noro & P. Töttö 1996: *Sosiologian klassikot.* Gaudeamus, Helsinki.
- Graneheim, U.H. & B. Lundman 2004: *Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness.* Nurse Education Today 24(4): 105–112.
- GWSP 2013: *Bonn Declaration on Global Water Security.* Global Water System Project, Bonn. Saatavilla Internetissä osoitteessa [http://www.gwsp.org/fileadmin/documents\\_news/Bonn\\_Water\\_Declaration\\_final.pdf](http://www.gwsp.org/fileadmin/documents_news/Bonn_Water_Declaration_final.pdf) (Haettu 21.10.2018)
- Haapanen, L. 2013: *Ilmiö, instituutio ja ideologia – 2000-luvun talouskasvukritiikin teemat.* Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Ympäristötieteiden laitos. Saatavilla Internetissä osoitteessa <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/44720> (Haettu 18.10.2018)
- Hall, C.A.S., C.J. Cleveland & R.K. Kaufmann 1986: *Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process.* Wiley Interscience, New York, NY. Viitattu teoksessa Cleveland 1999.
- Heiskala, R. & A. Virtanen (toim.) 2011: *Talous ja yhteiskuntateoria I. Vanhan maailman talous ja suuri murros.* Gaudeamus, Helsinki.
- Heiskanen, J. (toim.) 2001: *Marx ja ekologia.* TA-Tieto / Demokraattinen sivistysliitto, Helsinki.
- Honkanen, P. 2001: *Marxin arvoteoria ja luonto.* Teoksessa Heiskanen (toim.) 2001. 93–110.
- Howard, M.C. & J.E. King 1976: *Introduction.* Teoksessa Howard, M.C. & J.E. King (toim.): *The Economics of Marx. Selected Readings of Exposition and Criticism.* Penguin Books, Harmondsworth. 9–45.
- Iglesias, S.L. 2009: *The Miscommunications and Misunderstandings of Nicholas Georgescu-Roegen.* Laajennettu kandidaatintutkielma (engl. honors degree). Duke University, Department of Economics. Saatavilla Internetissä osoitteessa <https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/handle/10161/1389> (Haettu 18.10.2018)
- Joutsenvirta, M., T. Hirvilammi, M. Ulvila & K. Wilén 2016: *Talous kasvun jälkeen.* Gaudeamus, Helsinki.
- Keeley, B. 2015: *Income Inequality: The Gap between Rich and Poor.* OECD Insights, OECD Publishing, Paris.
- Krippendorff, K. 2004: *Content Analysis: An Introduction to its Methodology.* Toinen laitos. SAGE, Thousand Oaks, CA.
- Kåberger, T. & B. Månsson 2001: *Entropy and economic processes – physics perspectives.* Ecological Economics 36(1): 165–179.

- Latouche, S. 2010: *Jäähyväiset kasvulle*. Ranskankielinen alkuteos *Petit traité de la décroissance sereine* vuodelta 2007, suomennos M. Ollila. Into Kustannus, Helsinki.
- Latouche, S. 2016: *Les précurseurs de la décroissance. Une anthologie*. Le passager clandestin, Neuilly-sur-Champagne.
- Lozada, G.A. 1995: *Georgescu-Roegen's defense of classical thermodynamics revisited*. Ecological Economics 14(1): 31–44.
- Lozada, G.A. 1999: *The role of entropy and energy in natural resource economics*. Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 326–351.
- Maneschi, A. & S. Zamagni 1997: *Nicholas Georgescu-Roegen, 1906–1994*. The Economic Journal 107(442): 695–707.
- Manninen, J. 1998: *Mihin aate- ja oppihistoriaa tarvitaan?* Tieteessä tapahtuu 16(8): art. 3.
- Mansfield, M. & C. O'Sullivan 1999: *Understanding Physics*. Uudistettu laitos. John Wiley & Sons, Chichester.
- Marshall, A. W. 1920: *Principles of Economics*. 8. laitos. Macmillan, London.
- Martínez Alier, J. 1987: *Ecological Economics. Energy, Environment and Society*. Basil Blackwell, Oxford.
- Martínez Alier, J. 1997: *Some issues in agrarian and ecological economics, in memory of Georgescu-Roegen*. Ecological Economics 22(3): 225–238.
- Mayring, P. 2000: *Qualitative Content Analysis*. Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research 1(2): art. 20.
- Mayumi, K. 1997: *Information, pseudo measures and entropy: An elaboration on Georgescu-Roegen's critique*. Ecological Economics 22(3): 249–259.
- Mayumi, K. & J.M. Gowdy (toim.) 1999: *Bioeconomics and Sustainability. Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Mayumi, K. & J.M. Gowdy 1999: *Introduction: theory and reality – the life, work and thought of Nicholas Georgescu-Roegen*. Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 1–12.
- Mayumi, K. 1999: *Embodied energy analysis, Sraffa's analysis, Georgescu-Roegen's flow-fund model and viability of solar technology*. Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 173–193.
- Mayumi, K. 2001: *The Origins of Ecological Economics: The Bioeconomics of Georgescu-Roegen*. Routledge, London.



- Meadows, D.H., D.L. Meadows,, J. Randers & W. W. Behrens III 1974: *Kasvun rajat. Ihmiskunnan kohtalontilannetta koskevaan Rooman klubin tutkimussuunnitelmaan liittyvä raportti*. Englanninkielinen alkuteos *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind* vuodelta 1972, suomentaneet K. Pulliainen, P. Seiskari ja H. Taanila. Toinen painos. Tammi, Helsinki.
- Missemer, A. 2013: *Nicholas Georgescu-Roegen, pour une révolution bioéconomique*. ENS Éditions, Lyon.
- Morroni, M. 1999: *Production and time: a flow-fund analysis*. Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 194–228.
- Munda, G. 1997: *Environmental Economics, Ecological Economics and the Concept of Sustainable Development*. Environmental Values 6(2): 213–233.
- Mäki, U. & J. Sappinen 2011: *Homo economicus ja marginalismin perintö*. Teoksessa Heiskala & Virtanen (toim.) 2011. 291–321.
- Napari, I. & H. Vehkamäki 2013: *Termofysiikan perusteet*. Luentomoniste. Helsingin yliopisto. Saatavilla Internetissä osoitteessa [http://www.courses.physics.helsinki.fi/fys/termo/termofysiikka2013\\_hv.pdf](http://www.courses.physics.helsinki.fi/fys/termo/termofysiikka2013_hv.pdf) (Haettu 21.10.2018.)
- Niiniluoto, I. 1984: *Johdatus tieteenfilosofiaan. Käsitteen- ja teorianmuodostus*. Otava, Helsinki.
- Opschoor, J.B. 1997: *The hope, faith and love of neoclassical environmental economics*. Ecological Economics 22(3): 281–283.
- Pearce, D. 1997: *Substitution and sustainability: some reflections on Georgescu-Roegen*. Ecological Economics 22(3): 295–297.
- Peet, J. 1997: *'Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz'... but what is the real question?* Ecological Economics 22(3): 293–294.
- Perrings, C. 1997: *Georgescu-Roegen and the 'irreversibility' of material processes*. Ecological Economics 22(3): 303–304.
- Ripple, W.J., C. Wolf, T.M. Newsome, M. Galetti, M. Alamgir, E. Crist, M.I. Mahmoud, W.F. Laurance & 15 364 allekirjoittanutta tutkijaa 184 maasta 2017: *World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice*. BioScience 67(12): 1026–1028.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S. Chapin III, E.F. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber, B. Nykvist, C.A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R.W. Corell, V.J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen & J.A. Foley 2009: *A safe operating space for humanity*. Nature 461: 472–475.

- Russell, B. 2001: *Länsimaisen filosofian historia 2*. Englanninkielinen alkuteos *History of Western Philosophy and its Connection with Political and Social Circumstances from the Earliest Times to the Present Day* vuodelta 1946, suomentanut J.A. Hollo. WSOY, Helsinki.
- Røpke, I. 2004: *The early history of modern ecological economics*. Ecological Economics 50(3–4): 293–314.
- Røpke, I. 2005: *Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s*. Ecological Economics 55(2): 262–290.
- Saastamoinen, K. 2011: *Adam Smith ja näkymätön käsi*. Teoksessa Heiskala & Virtanen (toim.) 2011. 176–202.
- Sappinen, J. 2011: *David Ricardo ja klassinen poliittinen taloustiede*. Teoksessa Heiskala & Virtanen (toim.) 2011. 203–229.
- Seijo, J.C., O. Defeo & S. Salas 1998: *Fisheries bioeconomics. Theory, modelling and management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Saatavilla Internetissä osoitteessa <http://www.fao.org/docrep/003/W6914E/W6914E00.HTM> (Haettu 19.10.2018)
- Solón, P. 2017: *Introduction*. Teoksessa Solón, P. (toim.) 2017: *Systemic Alternatives*. Fundación Solón / Attac France / Focus on the Global South, La Paz / Paris / Bangkok. 7–11.
- Solow, R.M. 1997: *Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz*. Ecological Economics 22(3): 267–268.
- Spash, C.L. 1999: *The Development of Environmental Thinking in Economics*. Environmental Values 8: 413–435.
- Stiglitz, J.E. 1997: *Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz*. Ecological Economics 22(3): 269–270.
- Söllner, F. 1997: *A reexamination of the role of thermodynamics for environmental economics*. Ecological Economics 22(3): 175–201.
- ter Haar, D. 1959: *The Quantum Nature of Matter and Radiation*. Teoksessa Blin-Stoyle, R.J., D. ter Haar, K. Mendelssohn (toim.): *Turning Points in Physics*. North-Holland, Amsterdam. 30–44. Viitattu teoksessa Georgescu-Roegen 1972.
- Tisdell, C. 1997: *Capital/natural resource substitution: the debate of Georgescu-Roegen (through Daly) with Solow/Stiglitz*. Ecological Economics 22(3): 289–291.
- Toivanen, T. & M. Pelttari 2017: *Tämä ihmisen maailma? Planeetan hätätila, antroposeenikertomuksen kritiikki ja antroposeenin vaihtoehtoinen historia*. Tiede & edistys 42(1): 6–35. Tutkijaliitto, Helsinki.
- Tsuchida, A. 1999: *Five conditions for sustainable living systems: from the physics of open systems to ecology and economics*. Teoksessa Mayumi & Gowdy (toim.) 1999. 352–380.

- Turner, R.K. 1997: *Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz: a pluralistic and interdisciplinary perspective*. *Ecological Economics* 22(3): 299–302.
- Ulvila, M. & J. Pasanen 2010: *Vihreä uusjako. Fossiilikapitalismista vapauteen*. Vasemmistofoorumi / Like, Helsinki.
- Weintraub, E.R. 1993: *Neoclassical Economics*. Teoksessa Henderson, D.R. (toim.): *The Fortune Encyclopedia of Economics*. Warner Books, New York, 1993. 135–138. Saatavilla Internetissä osoitteessa <http://www.econlib.org/library/Enc1/NeoclassicalEconomics.html> (Haettu 18.10.2018.)
- Willamo, R. 2005: *Kokonaisvaltainen lähestymistapa ympäristönsuojelutieteessä. Sisällön moniulotteisuus ympäristönsuojelijan haasteena*. *Environmentalica Fennica* 23. Yliopistopaino, Helsinki.

# 11 Liitteet

## Liite 1: Sanasto

Sanaston tarkoitus on helpottaa tutkielmassa esiintyvien taloustieteellisten suuntausten hahmottamista. Suuntausten rajat ovat tyypillisesti kiistanalaisia ja häilyviä, enkä yritäkään määritellä niitä tyhjentävästi, vaan tämän tutkimuksen ymmärtämisen kannalta riittävällä tavalla.

**Biofyysinen taloustiede** (engl. *biophysical economics*) on taloustieteellinen suuntaus, joka keskittyy ennen kaikkea aineen ja energian virtoihin, uusiutumattomien luonnonvarojen riittävyyteen sekä muihin taloudellisen toiminnan luonnontieteellisiin аспекteihin. Biofyysistä taloustiedettä tehdään molemmiin puolin ekologisen taloustieteen ja ympäristötaloustieteen epämääräistä rajaseutua. Biofyysisen taloustieteen juuret voidaan tietyin varauksin vetää 1750-luvulle asti, mutta tietävästi termin lanseerasi fyysikko-biologi Alfred Lotka vuonna 1924 (ks. esim. Cleveland 1999).

**Biotalous** (engl. *bioeconomy, biobased economy*) on 2000-luvun julkisessa keskustelussa esiin noussut käsite, jolla viitataan uusiutuviin luonnonvaroihin perustuvaan taloudelliseen tuotantoon. Tämä tutkielma ei käsittele biotaloutta siinä merkityksessä, mutta se on syytä määritellä sekaannuksen välttämiseksi.

**Biotalous-tiede** (engl. *bioeconomics*) oli Georgescu-Roegenin omalle "uudelle taloustieteelleen" alun perin antama nimi. Noin vuonna 1970 alkunsa saaneen biotaloustieteellisen paradigman luonne on hyvin keskeinen tämän tutkimuksen kannalta ja sitä käsitellään tarkemmin luvussa 5.5 (teemat 23 ja 24). Samaa termiä käytetään myös kalataloustieteen piirissä (esim. Seijo ym. 1998, ks. myös Røpke 2004), mutta tämän tutkimuksen puitteissa sillä viitataan nimenomaan Georgescu-Roegenin kehittämään kokonaisuuteen. Biotalous-tiedettä ei myöskään tule sekoittaa julkisessa keskustelussa esiintyvään biotalouteen.

**Ekologinen taloustiede** (engl. *ecological economics*) on 1970- ja 1980-luvuilla varsinaisesti alkunsa saanut taloustieteen suuntaus tai koulukunta. Se on muodostunut monien eri tieteenalojen pohjalta ja toisaalta syntynyt irtiottona uusklassisesta taloustieteestä, mutta siihen on sulautunut myös uusklassisia elementtejä, ja raja ympäristö- ja luonnonvarataloustieteen kanssa on joiltakin osin häilyvä (ks. esim. Røpke 2005). Ekologinen taloustiede on tämän tutkimuksen keskiössä, ja sen luonnetta käsitellään tarkemmin luvussa 3.1.

**Energetiikka** tai **energia-analyysi** (engl. *energetics* tai *energy analysis*) on karkeasti ottaen tutkimuksellinen näkökulma, josta tarkasteltuna energia näyttäytyy ensisijaisena taloudellista prosessia pyörittävänä voimana. Energiatutkimus sai paljon vauhtia 1970-luvun öljykriisin myötä, mutta sitä tehtiin siellä täällä jo huomattavasti aikaisemmin. Georgescu-Roegen (esim. 1979a, luvut 1–2) puhuu myös **energeettisestä dogmasta** (engl. *energetic dogma*) vallitsevana ajattelutapana, jonka mukaan aineelliset tarkastelut voidaan viime kädessä palauttaa energiaan, ja kunhan vain riittävä energiansaanti turvataan, myös aineelliset tarpeet voidaan tyydyttää samoin tein.

**Heterodoksinen taloustiede** (engl. *heterodox economics*) tai **vaihtoehtoinen taloustiede** on yläkäsite taloustieteellisille suuntauksille ja koulukunnille, jotka eivät edusta taloustieteen valtavirtaa eli uusklassista taloustiedettä.

**Klassinen taloustiede** (engl. *classical economics*) tai **klassinen poliittinen taloustiede** (*classical political economics*) oli ennen uusklassista taloustiedettä vallalla ollut taloustieteellinen koulukunta, jonka keskeisimpinä ajattelijoina pidetään Adam Smithiä, David Ricardoa, Thomas Malthusia ja John Stuart Milliä (ks. esim. Sappinen 2011). Sen kultakausi sijoittui 1700-luvun loppupuolelta 1800-luvun lopulle. Klassisen taloustieteen teorioissa tyypillisesti keskityttiin taloudelliseen kasvuun, vaurauden tuotantoon ja vapaaseen kilpailuun vapailla markkinoilla. Lisämääre ”poliittinen” korostaa klassisen taloustieteen kokonaisvaltaisempaa lähestymistapaa yhteiskuntaan verrattuna esimerkiksi uusklassiseen taloustieteeseen (ks. esim. Heiskala & Virtanen, toim. 2011, s. 11).

**Luonnonvarataloustiede** oli alkujaan erillinen tutkimusala, mutta sulautui 1960-luvulla osaksi ympäristö- ja luonnonvarataloustiedettä.

**Marxilainen taloustiede** (engl. *Marxist economics*) lasketaan usein klassisen taloustieteen piiriin tai perilliseksi. Karl Marxin 1800-luvun loppupuolella hahmottelema kokonaisvaltainen talouden ja kapitalistisen yhteiskunnan teoria perustuu pitkälti tuotantosuhteiden muovaamiin luokkakajoihin ja niiden historialliseen kehitykseen (ks. esim. Howard & King 1976). Marxilainen taloustiede on ollut keskeinen osa sosialististen talousjärjestelmien teoreettista perustaa, ja sitä on kehitelty edelleen pitkin 1900-lukua aina näihin päiviin asti.

**Uusklassinen** eli tämän tutkimuksen puitteissa **valtavirran taloustiede** (engl. *neoclassical economics, standard economics* tai *mainstream economics*) on 1800–1900-lukujen taitteessa hegemonisen asemansa vakiinnuttanut taloustieteellinen paradigma, jonka varhaisia kehittäjiä olivat William Stanley Jevons ja Alfred Marshall (ks. esim. Mäki & Sappinen 2011). Uusklassisen paradigman peruspilareita ovat *homo economicus* – rationaalinen, omaa etuaan tavoitteleva ja kaiken olennaisen tiedon hallitseva yksilö – ja vapaat markkinat (ks. esim. Weintraub 1993). Siirryttäessä klassisesta uusklassiseen taloustieteeseen myös taloustieteen sovellusala kaventui laajemmasta yhteiskunnallisesta tutkimuksesta ensisijaisesti erilaisten markkinavaihtojen tarkasteluun (ks. Heiskala & Virtanen, toim. 2011, s. 11).

**Vakaan tilan talous** (engl. *steady-state economy*) tai **vakaan tilan talousajattelu** on ainakin tämän tutkimuksen puitteissa pikemmin ekologisen taloustieteen sisällä toimiva suuntaus kuin oma paradigmansa. Sen perusta on ajatus makrotaloudellisesta tilasta, jossa kansantalous ei kasva eikä pienene, vaan pääoman ja väestön kokonaismäärät pysyvät vakaina (Daly, toim. 1973). Vakaan tilan taloustieteen historia voidaan palauttaa John Stuart Millin kirjoituksiin (ks. esim. Georgescu-Roegen 1972, luku 8), mutta varsinaisen renessanssin se koki Herman E. Dalyn kirjoitusten myötä ekologisen taloustieteen syntyvaiheilla.

**Ympäristö- ja luonnonvarataloustiede** tai tässä tutkimuksessa lyhyemmin **ympäristötaloustiede** (engl. *environmental and resource economics* tai *environmental economics*) on 1950- ja 1960-luvuilla toden teolla käyntiin lähtenyt, uusklassisen paradigman puitteissa toimiva ympäristö- ja luonnonvarakysymyksiä käsittelevä taloustieteen osa-alue (ks. esim. Spash 1999). Ympäristötaloustiede ja ekologinen taloustiede voidaan nähdä kilpailevina, toisiaan täydentävinä tai joiltakin osin yhtenevinä lähestymistapoina (ks. Spash 1999, Røpke 2005). Tämän tutkimuksen kannalta ne on hedelmällisintä hahmottaa kilpailevina suuntauksina, sillä Georgescu-Roegenille esimerkiksi Harold Barnettin ja Chandler Morsen kaltaiset ympäristötaloustieteilijät edustivat uusklassista paradigmaa ja taloustieteen valtavirtaa.